

محاسبه برخی پارامترهای یونکره در پدافند غیرعامل

اردشیر باقری^۱

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۷/۱۵

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۲۶

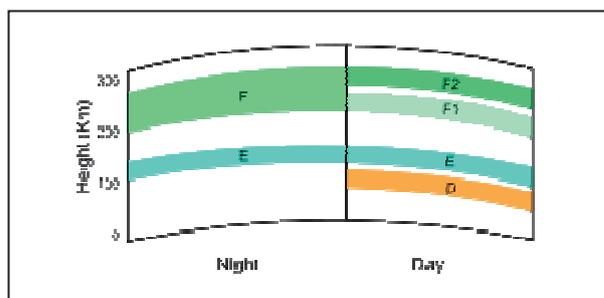
چکیده

بررسی لایه یونکره و پیش‌بینی رفتارهای آن (در مقابل عوامل خارجی) می‌تواند گام بسیار مهمی در کاهش خسارات زیست‌محیطی، انسانی و مالی ناشی از تغییرات تجمعی در این ناحیه باشد. برای شناخت هرچه بهتر این لایه و کنترل اوضاع قبل از بحرانی شدن، بررسی‌های تئوری و تجربی فراوانی لازم است. یکی از روش‌های شناخت پارامترهای یونکره، تغییر فرکانس برخورد الکترون‌ها با ذرات خنثی می‌باشد. در این مقاله، دو نوع فرکانس برخورد الکترون‌ها با گازهای CO_2 ، O_2 ، H_2 و CO به صورت تابعی از دما محاسبه شده است. همچنین با استفاده از این نتایج، تحرک‌پذیری الکترون‌ها برای گازهای فوق، محاسبه شده و با نتایج تئوری و تجربی دیگران مقایسه گردیده است.

کلیدواژه‌ها: فرکانس برخورد، یونکره، پدافند غیرعامل، تحرک‌پذیری، سطح مقطع

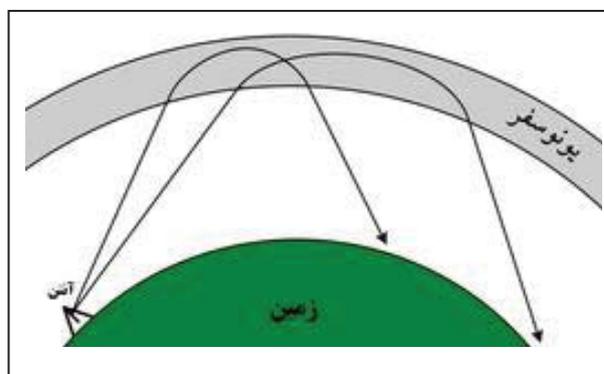
۱- مقدمه

یکی از چالش‌های بزرگ آدمی در طول تاریخ سکونت خود بر روی کره زمین، دست‌وپنجه نرم کردن با بحران‌ها و حوادث طبیعی و حفاظت از جان و مال خود در مواجهه با آنها بوده است. معمولاً انسان‌ها به دلیل در دسترس بودن اطلاعات، جو زمین را به خوبی می‌شناسند. جو زمین از لایه‌های مختلفی تشکیل گردیده که هر یک از آنها وظیفه‌ای را بر عهده دارد. هر مقدار از سطح زمین دورتر شویم از غلظت هوا کاسته می‌شود، به طوری که غلظت در لایه‌های انتهایی آنقدر کم می‌شود که بالاخره به طور غیر محسوسی با جو خورشید در هم می‌آمیزد. لایه یونکره، ناحیه‌ای از جو زمین می‌باشد که در بالاترین بخش آن قرار دارد و عموماً توسط پرتوهای خورشیدی شکل گرفته و به عنوان یک پلاسمای ضعیف شامل یون‌ها، الکترون‌ها و ذرات خنثی می‌باشد. ارتفاع تقریبی آن از حدود ۵۰ کیلومتری بالای سطح زمین شروع گردیده و در واقع مرز مشخص و دقیقی برای بخش انتهایی آن نمی‌توان متصور شد، شکل (۱).



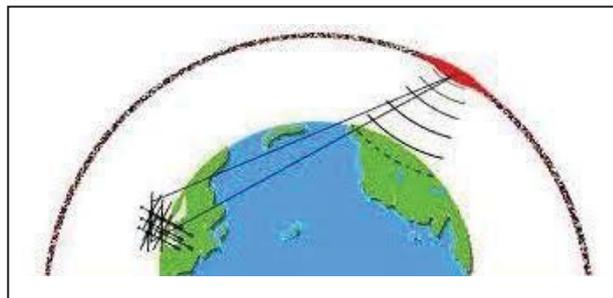
شکل ۱- لایه‌های یونکره

این لایه، تشعشعات خطرناک فرابنفش و پرتوهای ایکس خورشید را جذب نموده و مانند سقفی مانع از ورود آنها به زمین می‌شود تا زندگی بر روی کره خاکی امکان‌پذیر گردد. همچنین به دلیل محیط الکتریکی موجود در یونکره، از این لایه برای انعکاس امواج رادیویی به طرف زمین استفاده می‌شود، شکل (۲).



شکل ۲- رفتار امواج رادیویی در برخورد با لایه یونکره

اگر این لایه به هر دلیلی دچار اختلال شود خسارات جبران‌ناپذیر انسانی و بحران‌های غیر قابل کنترل زیست‌محیطی را به وجود می‌آورد، شکل (۳).



شکل ۳- ایجاد اختلال در لایه یونکره

پدافند غیرعامل با موضوعاتی چون سامانه‌های مخابراتی، کلیه تأسیسات و سازه‌های ایمن شهری، مراکز دفاعی، بهداشت عمومی و حوزه‌های کاری مشابه سروکار داشته و اساساً به مجموعه اقداماتی اطلاق می‌گردد که مستلزم به کارگیری جنگ‌افزار نبوده و با اجرای آن می‌توان از وارد شدن خسارت‌های مالی به تجهیزات و تأسیسات حیاتی و حساس نظامی و غیرنظامی و تلفات انسانی جلوگیری نموده و یا میزان این خسارت‌ها و تلفات را به حداقل ممکن کاهش داد. این اقدامات باید به گونه‌ای طراحی گردد که در نهایت منجر به از بین رفتن انگیزه درگیری در طرف متخاصم گردد. در کنار مباحث فوق، تغییرات عمدی جو زمین با سامانه‌های پیشرفته مطرح است که با سرعت در حال تبدیل شدن به نسل جدیدی از سلاح‌های مدرن و غیرمتعارف بوده و به عنوان تهدیدی جدی برای کشورها به حساب می‌آید. تسلط بر اوضاع جوی زمین در دستور کار برخی از کشورهای پیشرفته قرار گرفته است که شاهد موفقیت‌هایی هم در این زمینه بوده‌ایم. یکی از حوزه‌هایی که در دهه‌های اخیر، توجه مراکز تحقیقاتی و دانشمندان را به خود جلب نموده، مهندسی یونکره زمین است. برنامه تحقیقاتی موسوم به هارپ^۱ که بخشی از پروژه نظامی جنگ ستارگان محسوب می‌شود، در حال اجرا و تکمیل شدن است. این سامانه طوری طراحی شده که بر روی لایه یونکره تأثیر مستقیم داشته باشد. شواهد حکایت از آن دارد که این برنامه‌ها هم‌اکنون به مرحله بهره‌برداری رسیده و ادعا می‌شود که توانایی ایجاد سیل، خشکسالی، توفان و زلزله را دارد و قادر است به بسیاری از سامانه‌ها و تأسیسات شهری و ساکنین آنها صدمات جدی وارد نماید. دیدگاه نظامی هارپ می‌تواند به مثابه ابزاری برای بی‌ثبات نمودن نظام‌های سیاسی، اقتصادی، کشاورزی و الگوهای اکولوژیکی مناطق مختلف کره زمین محسوب شود.

اصولاً بحران‌ها زمانی رخ می‌دهند که منابع و وقت کافی در اختیار

اطلاعات در سطح بسیار وسیع در میان کشورها و همچنین مساعدت مراکز بین‌المللی به شدت احساس می‌شود.

۲- تئوری و روش محاسبات

استفاده از لایه یونکره، به‌منظور نیل به اهداف ویرانگر و مقاصد ضد بشری و با هدف ایجاد بحران‌های مختلف در کشورها از جمله بی‌ثباتی اقتصادی، سیاسی و... می‌باشد. نکته مهم در استفاده از این گونه طرح‌ها بهره‌برداری از آنها بدون آگاهی طرف مقابل از ماهیت مهاجم و با بهایی کمتر و نیز عدم استفاده از نیروها و تجهیزات نظامی و در عین حال ایجاد بحران‌های عظیم بشری در جوامع می‌باشد. مطالعات فراوانی در ارتباط با لایه یونکره صورت پذیرفته و همه آنها نشانگر این مطلب هستند که لایه مذکور از دیدگاه موضوع پدافند غیرعامل دارای اهمیت به‌سزایی می‌باشد. همان‌گونه که در مقدمه نیز ذکر شد تضعیف امواج رادیویی، ایجاد اختلال در سامانه‌های ناوبری، اختلال در سامانه‌های شهری، موقعیت‌یاب‌ها، تغییرات مصنوعی آب و هوا، احتمال ایجاد زلزله، ایجاد خشکسالی، سیل، طوفان، سونامی و... از جمله مواردی است که از طریق این لایه به‌وقوع می‌پیوندد. بنابراین، مطالعه بر روی لایه یونکره که می‌توان آن را یکی از حوزه‌های مهم پدافند غیرعامل تلقی نمود، بسیار مهم می‌باشد و شناخت هرچه بیشتر رفتارهای آن به ما کمک می‌کند تا قبل از بروز بحران‌های احتمالی بتوانیم راهکارها و تصمیمات مناسب را اتخاذ نموده و آماده مواجهه با آنها باشیم.

لایه یونکره شامل ذرات باردار و خنثی می‌باشد و به‌دلیل برخوردهای مداوم این ذرات با هم، امواج رسیده و عبوری از این ناحیه دچار اختلال شده و مقدار آن نیز بستگی به فرکانس برخورد و چگالی الکترون‌ها دارد. بررسی و شناخت مفهوم دقیق فرکانس برخورد الکترون‌ها با گازهای مختلف موجود در جو، در مطالعه پدیده‌های انتقال (از جمله هدایت الکتریکی، هدایت گرمایی، پخش، گرانبوی و...) بسیار مفید و دارای اهمیت بوده و کاربردهای فراوانی در فیزیک یونکره دارد. یکی از مشکلات مطالعه فیزیک یونکره به‌دست آوردن هرچه دقیق‌تر این کمیت می‌باشد.

تعداد برخوردهای انجام شده توسط الکترون (با ذرات خنثی و یون‌ها) در یک ثانیه، فرکانس برخورد نامیده شده و با علامت "ν" نمایش داده می‌شود. برای محاسبه فرکانس برخورد، نیاز به سطح مقطع انتقال اندازه حرکت گازها می‌باشد. با مشخص شدن این کمیت، می‌توان تعداد برخوردهای صورت‌پذیرفته در یک ثانیه را برای الکترون‌ها محاسبه نمود. بنابراین:

$$v_m(v) = n v Q_m(v) \quad (1)$$

که در آن، n چگالی ذرات گاز، v سرعت نسبی ذرات برخورد کننده و

مسئولین ذیربط موجود نمی‌باشد، و لذا آینده‌نگری و داشتن برنامه‌ریزی‌های قبلی برای مواجهه با بحران، امری ضروری است. به‌همین دلیل برنامه‌ریزی برای چگونگی برخورد با آن از جمله مسائلی است که باعث می‌شوند سطح آسیب‌ها و مخاطرات کاهش یابد. سازمان‌های بین‌المللی و خاصه کشورهایی همچون جمهوری اسلامی ایران که به‌طور دائم در معرض انواع تهدیدات خارجی قرار دارند می‌بایستی موضوع را تحت نظر داشته و با برنامه‌های منسجم علمی و دقیق به موازات پرداختن به تأثیرات جوی گازهای گلخانه‌ای، به پیامدهای این سلاح مرگبار زیست‌محیطی و بحران‌ساز نیز توجه نمایند.

امروزه در شرایطی قرار داریم که کلیه زیرساخت‌های ملی کشور به فناوری اطلاعات و ارتباطات وابسته می‌باشد. اگرچه این فناوری موجب افزایش سرعت و کیفیت ارائه خدمات در سطوح مختلف کشوری و منطقه‌ای شده است، اما از سوی دیگر، توسعه به‌کارگیری این فناوری می‌تواند سبب بروز تهدیدهای جدیدی در سطح این زیرساخت‌ها گردد. بنابراین لازم است ملاحظات پدافندی در خصوص توسعه به‌کارگیری این فناوری در سطوح مختلف مورد توجه واقع شود.

دکتر روسالی برتل، دانشمند برجسته جهانی در این باره قاطعانه می‌گوید: دانشمندان نظامی دولت ایالات متحده با پرداختن به الگوها و نظام‌های جوی، در پی دستیابی به سلاحی بالقوه‌اند. از جمله شیوه‌های این برنامه، می‌توان به تقویت طوفان‌ها، تغییر مسیر جریان‌های جوی با هدف خلق سیل‌های هدف‌دار، دامن زدن به خشکسالی در مناطق مورد نظر، ایجاد اختلال و نابودی سامانه‌های رادار و مخابراتی اشاره نمود. برژنسکی مشاور اسبق امنیت ملی امریکا در کتاب خود با عنوان "بین دو عصر" می‌نویسد: تکنولوژی در آینده در اختیار رهبران دولت‌های بزرگ قرار می‌گیرد و توسل به شیوه‌هایی از جنگ پنهانی که نیازمند حداقل نیروی انسانی است جایگاهی خاص پیدا خواهد کرد. بنابراین، هارپ، نوعی تکنولوژی است که بر پایه انتشار امواج رادیویی قدرتمند بنا گردیده و ضمن ایجاد اختلالات عظیم و شکاف‌هایی طویل در لایه یونکره که محافظ زمین در مقابل پرتوهای جوی است، در زمان بازگشت به زمین نیز قدرت نفوذ در زمین، دریا و یا هر موجود جاندار و بی‌جان را دارد.

تلاش ابرقدرت‌ها برای تسلط بر فضا واقعی است که هم‌اکنون در قالب طرح‌های مختلف در حال تحقق یافتن است. بخشی از این طرح‌ها مربوط به لایه یونکره و کاربردهای فراوان آن در زمینه‌های مختلف می‌باشد. طبیعی است انجام کارهای تحقیقاتی به‌صورت عملی و تئوری (که عمده محاسبات آن بر اساس داده‌های تجربی می‌باشد) جزء پروژه‌های پر هزینه و نیازمند به ابزارآلات دقیق و گرانبها و شاید دستیابی به برخی از آنها در شرایط فعلی امکان‌پذیر نباشد. بنابراین نیاز به همکاری‌های علمی، تحقیقاتی و تبادل

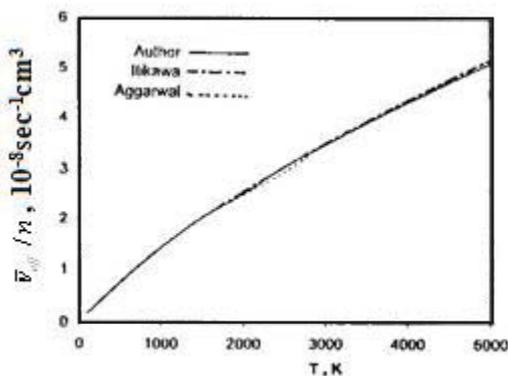
برای به دست آوردن ضرایب چند جمله‌ای a_2, a_1, a_0 و... در هر ناحیه، معادله (۴) با استفاده از روش حداقل مربع حل شده است. همان‌طور که قبلاً متذکر شدیم، مطالعه تحرک پذیری الکترون‌ها در گازهای مختلف جوی، نیاز به اطلاعات در مورد فرکانس برخورد الکترون‌ها دارد. تحرک پذیری الکترون‌ها در صورتی که ذرات دارای توزیع ماکسولی باشند، با استفاده از رابطه زیر قابل محاسبه می‌باشد.

$$\mu = \left(\frac{e}{m_e} \right) (\bar{v}_{eff})^{-1} \quad (5)$$

که در آن، کلیه پارامترها دارای معنای معمول خود هستند.

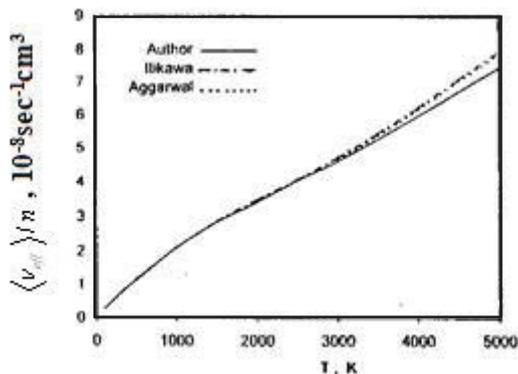
۳- تجزیه و تحلیل نتایج:

در شکل‌های (۱) و (۲)، نتایج $\langle v_{eff} \rangle / n$ و \bar{v}_{eff} / n مربوط به گاز نیتروژن مولکولی در دمای ۵۰۰-۱۰۰ K نشان داده شده است.



شکل ۱- فرکانس برخورد موثر بهنجار شده الکترون‌ها

$$\bar{v}_{eff} / n \text{ برای گاز } N_2$$



شکل ۲- فرکانس برخورد موثر بهنجار شده الکترون‌ها

$$\langle v_{eff} \rangle / n \text{ برای گاز } N_2$$

Q_m سطح مقطع انتقال اندازه حرکت می‌باشد. با توجه به اینکه در پلاسما واقعی، ذرات دارای توزیع سرعت بوده، لذا مناسب است که فرکانس برخورد مؤثر محاسبه شود. عموماً برای الکترون‌های حرارتی، تابع توزیع سرعت ماکسولی در نظر گرفته می‌شود [۷-۱]. دانشمندانی چون هیل و بوئیل [۸ و ۹] پس از بررسی‌های فراوان توابع توزیع به این نتیجه رسیدند که تابع توزیع سرعت ماکسولی در این بخش مناسب‌ترین روش می‌باشد. بنابراین میانگین v_m برای به دست آوردن فرکانس برخورد مؤثر با توجه به تابع توزیع مذکور صورت پذیرفته است. دو نوع فرکانس برخورد مؤثر الکترون‌ها تحت شرایط ذیل عبارت‌اند از:

$$(i) \quad \langle v_{eff} \rangle = \frac{4}{3\sqrt{\pi}} \int_0^{\infty} v_m(\varepsilon) \varepsilon^{\frac{3}{2}} e^{-\varepsilon} d\varepsilon \quad (2)$$

$$\omega^2 \gg v^2, (\omega \pm \omega_H)^2 \gg v^2$$

$$(ii) \quad \frac{1}{\bar{v}_{eff}} = \frac{4}{3\sqrt{\pi}} \int_0^{\infty} \frac{1}{v_m(\varepsilon)} \varepsilon^{\frac{3}{2}} e^{-\varepsilon} d\varepsilon \quad (3)$$

$$\omega^2 \ll v^2, (\omega \pm \omega_H)^2 \ll v^2$$

که در آن:

ω = فرکانس زاویه‌ای امواج رادیویی

ω_H = فرکانس زاویه‌ای امواج چرخشی

انرژی جنبشی کاهیده الکترون‌ها $\varepsilon = \frac{mV^2}{2KT_e}$

K = ثابت بولتزمن

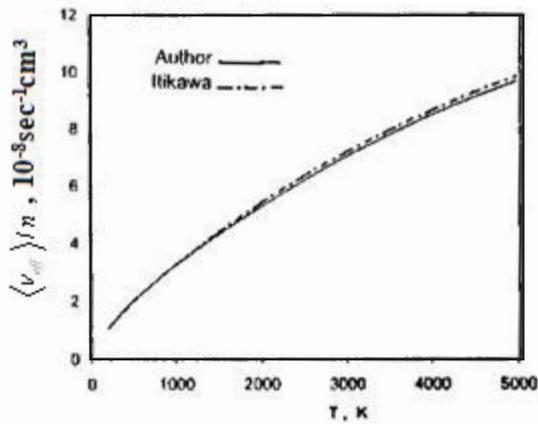
v = سرعت الکترون‌ها

T_e = دمای الکترون

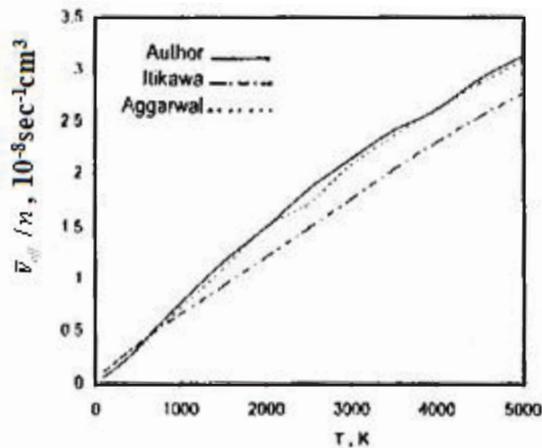
m = جرم الکترون

از رابطه (۱) مشخص است که برای محاسبه v_m نیاز به Q_m می‌باشد. در محاسبات حاضر، از مقادیر Q_m گردآوری شده توسط آقای فلیس و همکارانش [۱۰] در مرکز جیلا^۱ استفاده شده است. با توجه به اینکه تغییرات سطح مقطع با انرژی شکل پیچیده‌ای دارد و استفاده از مقادیر به همان شکل مناسب نمی‌باشد، لذا در محاسبات حاضر، برای رفع مشکل مذکور، طیف انرژی به نواحی مختلف تقسیم و برای هر کدام از آنها به‌طور جداگانه تقریب چند جمله‌ای زیر استفاده شده است.

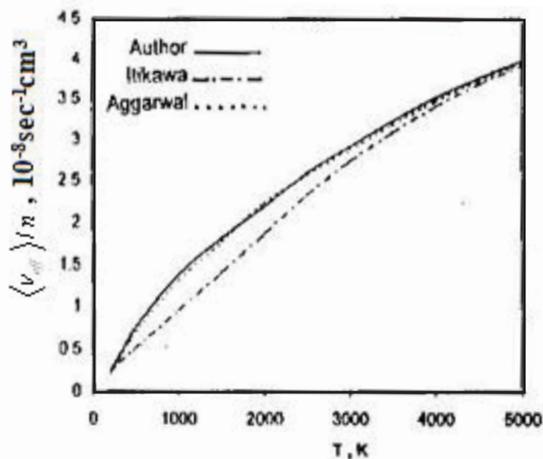
$$Q_m(\varepsilon) = \sum_{i=0}^n a_i \varepsilon^{\frac{i}{2}} \quad (4)$$



شکل ۴- فرکانس برخورد موثر بهنجار شده الکترون‌ها
برای گاز H_2 $\langle v_{eff} \rangle / n$



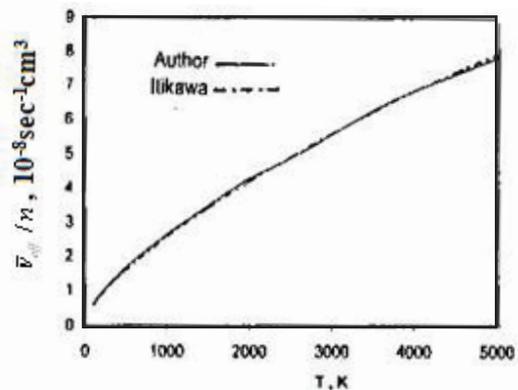
شکل ۵- فرکانس برخورد موثر بهنجار شده الکترون‌ها
برای گاز O_2 \bar{v}_{eff} / n



شکل ۶- فرکانس برخورد موثر بهنجار شده الکترون‌ها
برای گاز O_2 $\langle v_{eff} \rangle / n$

در گذشته، محققین بسیاری با استفاده از تکنیک‌های مختلف مبادرت به اندازه‌گیری Q_m برای گاز نیتروژن مولکولی نموده‌اند. آقایان بنک^۱، ایتیکاوا^۲ [۷ و ۸]، منتس^۳ [۱۱ و ۱۲] و آگاروال^۴ [۱۳] در کار خود از مقادیر Q_m اندازه‌گیری شده توسط انگلهارد^۵ و همکارانش [۱۴] در طیف انرژی ۰/۰۰۳ eV تا ۳۰ eV استفاده نموده‌اند. در مقاله حاضر نیز برای کلیه محاسبات، از مقادیر Q_m گردآوری‌شده در مرکز جیلا استفاده شده و نتایج به‌دست آمده برای فرکانس برخورد الکترون‌ها با نتایج به‌دست آمده توسط آقایان ایتیکاوا و آگاروال مقایسه گردیده است. مقادیر به‌دست آمده برای $\bar{v}_{eff} / n(N_2)$ در کلیه دماها توافق تقریباً خوبی با مقادیر به‌دست آمده توسط آنها دارد و نتایج مربوط $\langle v_{eff} \rangle / n(N_2)$ تا دمای ۳۰۰۰ K تقریباً نزدیک به هم بوده ولی در دماهای بالاتر از آن، مقادیر محاسبه شده در حدود ۵٪ کمتر می‌باشد. دلیل این امر می‌تواند سطح مقطع‌های مختلفی باشد که در محاسبات استفاده شده است.

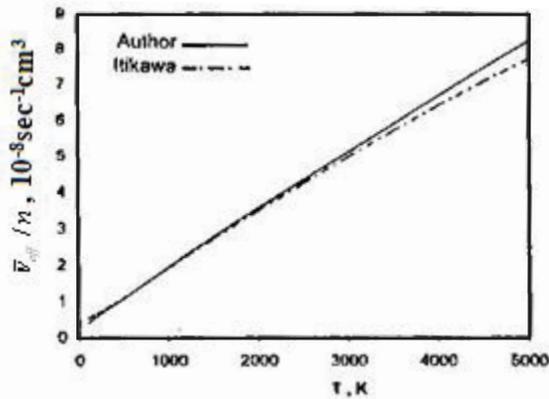
در شکل‌های (۳) و (۴) نتایج مربوط به گاز هیدروژن مولکولی با نتایج به‌دست آمده توسط آقای ایتیکاوا مقایسه شده و در توافق بسیار خوبی هستند.



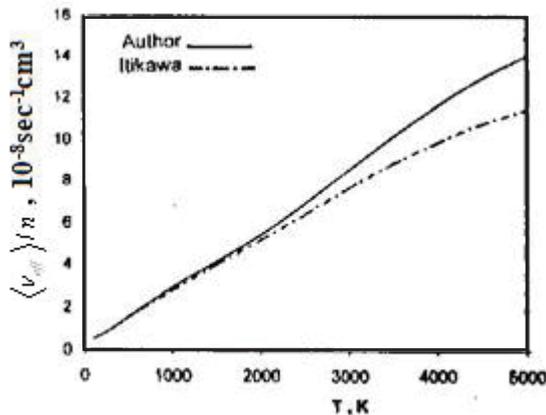
شکل ۳- فرکانس برخورد موثر بهنجار شده الکترون‌ها
برای گاز H_2 \bar{v}_{eff} / n

نتایج مربوط به گاز اکسیژن مولکولی در شکل‌های (۵) و (۶) نشان داده شده است. نتایج محاسبات $\langle v_{eff} \rangle / n(O_2)$ و $\bar{v}_{eff} / n(O_2)$ در کلیه دماها بسیار نزدیک به نتایج آقای آگاروال می‌باشد. مقادیر به‌دست آمده برای $\bar{v}_{eff} / n(O_2)$ تا دمای ۵۰۰ k کمتر از مقادیر به‌دست آمده توسط ایتیکاوا بوده و بالای ۵۰۰ k در حدود ۱۰٪ بیشتر می‌باشد و همچنین مقادیر مربوط به $\langle v_{eff} \rangle / n(O_2)$ در تمامی دماها تقریباً بالاتر از نتایج آقای ایتیکاوا می‌باشد.

- 1- Bank
- 2- Itikawa
- 3- Mantas
- 4- Aggarwal
- 5- Englehardt



شکل ۹- فرکانس برخورد موثر بهنجار شده الکترون ها
برای گاز CO \bar{v}_{eff} / n



شکل ۱۰- فرکانس برخورد موثر بهنجار شده الکترون ها
برای گاز CO $\langle v_{eff} \rangle / n$

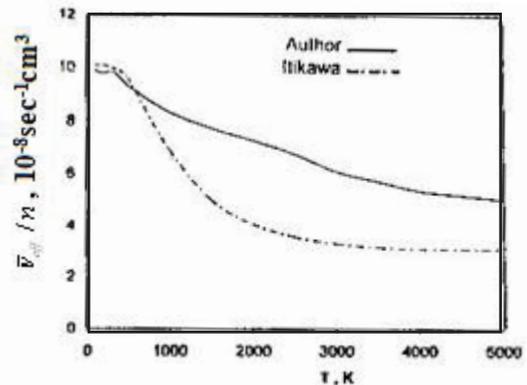
تحرك پذیری الکترون ها را می توان با استفاده از اطلاعات مربوط به فرکانس برخورد الکترون ها (\bar{v}_{eff}) محاسبه نمود. در جدول (۱) مقادیر محاسبه شده برای گازهای N_2, H_2, O_2, CO_2 و CO در دمای k ۳۰۰ نشان داده شده است.

جدول ۱- تحرك پذیری الکترون ها ($T_e=300k$)

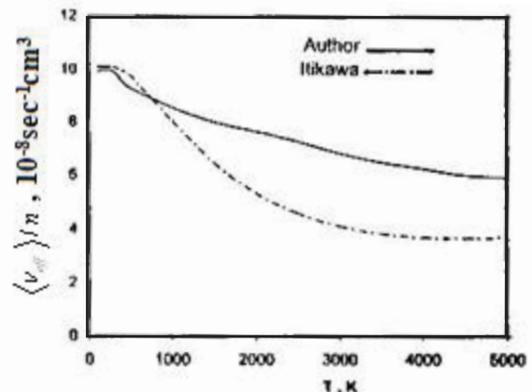
Gas	μN^{-1}		
	Calc.	Calc.	Expt.
H2	1.49	1.55	1.60
N2	3.76	3.78	3.86
CO2	0.178	0.175	0.181
CO	2.40	2.25	2.08
O2	10.00	—	—

۱- حاصل ضرب تحرك پذیری در چگالی گاز ($10^{23} \text{ cm}^{-3} \text{ v}^{-1} \text{ sec}^{-1}$)
 ۲- مقادیر محاسبه شده توسط ایتیکاوا
 ۳- نتایج تجربی آقای پک و همکارانش

نتایج محاسبات فرکانس برخورد الکترون ها با گاز دی اکسید کربن که توسط آقای ایتیکاوا انجام گردیده و در شکل های (۷) و (۸) نشان داده شده، با نتایج حاضر مقایسه گردیده است. کلیه مقادیر به دست آمده برای $\langle v_{eff} \rangle / n(CO_2)$ و $\bar{v}_{eff} / n(CO_2)$ تا دمای ۵۰۰ k کمتر و بالای ۵۰۰ k بیشتر از مقادیر به دست آمده توسط ایشان می باشد.



شکل ۷- فرکانس برخورد موثر بهنجار شده الکترون ها
برای گاز CO2 \bar{v}_{eff} / n



شکل ۸- فرکانس برخورد موثر بهنجار شده الکترون ها
برای گاز CO2 $\langle v_{eff} \rangle / n$

در گاز مونوکسید کربن سطح مقطع تا ۰/۰۴ الکترون ولت کاهش یافته و پس از آن تا ۱/۵ الکترون ولت افزایش می یابد. مقادیر به دست آمده توسط آقای ایتیکاوا برای گاز مونوکسید کربن با نتایج حاضر در شکل های (۹) و (۱۰) مقایسه شده است. تا دمای ۵۰۰ k مقادیر به دست آمده برای $\bar{v}_{eff} / n(CO)$ کمتر از نتایج ایشان بوده و برای دماهای بالاتر از ۵۰۰ k بیشتر از آن است. همچنین $\langle v_{eff} \rangle / n(CO)$ در دماهای میان ۱۰۰-۲۰۰۰ k تقریباً با مقادیر محاسبه شده توسط آقای ایتیکاوا موافق بوده و در دماهای ۲۰۰۰-۵۰۰۰ k بیش از آن می باشد.

با استفاده از نتایج به دست آمده (فرکانس برخورد) و کمیت‌های دیگری که به واسطه آن قابل محاسبه می‌باشند می‌توان بخشی از اختلالات ایجاد شده در لایه یونکره را پیش‌بینی نموده و چگونگی تأثیر آن را بر امواج رادیویی، دقت جهت‌یاب‌ها، روش‌های ارتباطی زیردریایی‌ها، نقشه‌برداری از سازه‌های زیر سطحی و... را بهتر درک کرد و در نتیجه، روش‌هایی را برای بهبود کیفیت و اعتمادپذیری سامانه‌های ارتباطی و جهت‌یابی تدوین نمود. همچنین می‌توان به کم و کیف تغییرات دمایی این لایه و یونیزه شدن ذرات خنثی موجود در آن پی برد که در نتیجه، با بروز یک تغییر کوچک در میزان انرژی این لایه، تغییرات وسیعی در کمیت‌های مذکور به وجود می‌آید. با استفاده از فرکانس برخورد و پارامترهای دیگر می‌توان از رسیدن انرژی فوق‌العاده بالا به یونکره و به تپش افتادن مولکول‌های تشکیل‌دهنده آن و همچنین بازتاب شدید و قدرتمند این انرژی اطلاع حاصل نموده و عکس‌العمل لازم و به موقع را انجام داد.

بنابراین، لایه یونکره با کاربردهای وسیع نظامی و غیر نظامی و دارای پتانسیل بالا جهت ایجاد انواع بحران‌ها دارای اهمیت ویژه بوده و لازم است در مراکز نظامی، سازمان پدافند غیرعامل و ارگان‌هایی که به نوعی در ارتباط با موضوع می‌باشند، مراکز تحقیقاتی راه‌اندازی شده و به صورت جدی و مستمر، تغییرات کوتاه‌مدت و بلندمدت این لایه مورد رصد قرار گیرد. طبیعی است یکی از این روش‌ها کسب اطلاعات مربوط به فرکانس برخورد الکترون‌ها با ذرات موجود در این لایه می‌باشد که به کمک آن بتوانیم کمیت‌های دیگر را محاسبه نموده و متعاقب آن، شناخت عمیق‌تری نسبت به یونکره و تغییرات آن به دست آوریم.

مراجع

1. Shkarofsky, I.P. (1961a). Values of the transport coefficients in a plasma for any degree of ionization based on Maxwellian distribution. Can. J. Phys. 39, 1619.
2. Shkarofsky, I.P. (1961b). Generalized Appleton – Hartree equation for any degree of ionization and application to the ionosphere. Proc. IRE 49, 1857.
3. Banks, P.M. (1965). Introduction to the study of aeronomic collisions. Sei. Rept. No 233, Ionosphere Reserch Laboratory, Pennsylvania state Uni. PA, U.S.A.
4. Banks, P.M. (1966a). Collisional frequencies and energy transfer. Planet. Space Sci. 14, 1085.
5. Banks, P.M. (1966b). Charged particle temperatures and electron thermal conductivity in the upper atmosphere. Ann. Geophys. 22, 577.
6. Itikawa, Y. (1971). Effective collision frequency of electrons in atmospheric gases. Planet. Space. Sci. 19, 993.
7. Itikawa, Y. (1973). Effective collision frequency of electrons in gases. Phys. Fluids 16, 831.
8. Hill, R.J. and Bowhill, S.A. (1976). Small scale fluctuations in D-region ionization due to hydrodynamic turbulence. Aeronomy Rept. NO. 75, Aeronomy Lab., Uni. Of Illinois, Urbana, Illinois, U.S.A.

در جدول، مقادیر مربوط به محاسبات حاضر با نتایج به دست آمده توسط ایتیکاوا و نتایج تجربی به دست آمده توسط آقای پک و همکارانش [۱۶ و ۱۵] مقایسه گردیده و به طور کلی توافق خوبی میان آنها برقرار است.

محاسبات و مقایسه نتایج نشان می‌دهد که استفاده از سطح مقطع دقیق گازها، عامل مهمی برای به دست آوردن مقادیر دقیق فرکانس برخورد می‌باشد و باعث می‌گردد کمیت‌های دیگری که بر اساس این پارامتر (فرکانس برخورد) محاسبه می‌شوند دقیق‌تر به دست آیند و شناخت ما از لایه یونکره و رفتارهای طبیعی و غیر طبیعی آن را کامل نمایند.

۴- نتیجه‌گیری

با توجه به رشد سریع دانش و فناوری‌ها و متعاقب آن، گشایش حوزه‌های جدید تهدید و فرصت، لازم است جمهوری اسلامی ایران که مورد غضب سردمداران استکبار جهانی به‌ویژه آمریکا قرار دارد، نسبت به این مسئله حساس بوده و با شناخت آنها و بهره‌گیری از ظرفیت‌های کشور بتواند حداکثر استفاده را از فرصت‌ها نموده و آسیب‌پذیری‌های خود را در مقابل تهدیدات کاهش دهد. هارپ که یک پروژه تحقیقاتی است در ظاهر برای بررسی و تحقیق در باره لایه یونکره و مطالعات معادن زیرزمینی (با استفاده از امواج رادیویی) تاسیس شده است، ولی براساس ادعاهای مطرح شده و اخبار منتشره در سایت‌های اینترنتی و سایر رسانه‌ها، در واقع پروژه‌ای با تکنولوژی جنگ ستارگان و به‌منظور کامل کردن یک سلاح جدید و خطرناک پایه‌گذاری شده است و می‌تواند به خیلی از سؤالات ما در زمینه بلاپای به ظاهر طبیعی که ساخته دست بشر است پاسخ دهد. استیلاجویی ابرقدرت‌های دنیا بر فضا، صرفاً به فیلم‌های علمی-تخیلی خلاصه نمی‌شود، بلکه واقعیتی است که هم‌اکنون در قالب طرح‌های مختلف در حال تحقق یافتن است.

از حوزه‌های مهمی که در چند دهه اخیر به لحاظ داشتن کاربردهای فراوان در خصوص ارتباطات رادیویی، سامانه‌های ناوبری، ارتباطات نظامی، موقعیت‌یاب‌ها و... مورد توجه دانشمندان و محققان علوم فضایی قرار گرفته، بررسی و مطالعه تئوری و تجربی رفتارهای لایه یونکره در مقابل عوامل مختلف بوده است. اهدافی که از تحقیقات بر روی این بخش از جو زمین دنبال می‌شود، عمدتاً مطالعه خواص و رفتار این لایه با تأکید بر استفاده بالقوه از آن برای ارتقاء خدمات مخابرات رادیویی و اهداف نظارتی (مثلاً شناسایی موشک‌های بالستیک) هم در مقاصد دفاعی و هم در مقاصد غیرنظامی است. بنابراین، ایجاد هرگونه اختلال در این پلاسمای فضایی قادر است تأثیرات زیادی بر روی بسیاری از سامانه‌ها و نهایتاً بر روی کره زمین گذاشته و محیط‌زیست را مختل نماید [۱۷].

9. Hill, R.J. and Bowhill, S. A. (1977). Collision frequencies for use in the continuum momentum equations applied to the lower ionosphere. *J. atmos. terr. Phys.* 39,803.
10. Phelps, A.V. Retired. JILA. university of Colorado, Boulder, CO 80309-0440
11. Mantas, G.P. (1973). Electron collision processes in the Ionosphere. *Aeronomy Rept. No. 54*, Aeronomy Laboratory, University of Illinois, Urbana, Illinois U.S.A.
12. Mantas, G.P. (1974). Electron collision frequencies and energy transfer rates. *J. Atmos Terr. Phys.* 36, 1587.
13. Aggarwal, K.M., Narinder N. and Setty, C.S.G.k. (1979). Collision frequency and transport properties of electrons in the Ionosphere. *Planet. Space Sci.* 27, 753.
14. Englehardt, A.G., Phelps, A.V. and Risk, G.G. (1964). Determination of momentum transfer and inelastic collision cross-section in Nitrogen using transport coefficient. *Phys. Rev.* A135, 1566.
15. Pack, J.L. and Phelps, A.V. (1961). Drift velocities of slow electron in Helium, Neon, Argon, Hydrogen and Nitrogen. *Phys. Rev.* 121, 798.
16. Pack, J.L. Voshall, R.E. and Phelps, A.V. (1969). *Phys. Rev.* 127, (2084).
۱۷. مردانی، احمد؛ رضوی نژاد، روح‌الله؛ سامانه‌های گرم‌کننده یونسفری هارپ". انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، چاپ اول، (۱۳۹۰).

Calculation of some Ionospheric Parameters in Passive Defense

A. Bagheri¹

Abstract

Investigation of ionospheric layer and prediction of its behavior (against external factors) can be an important step in the reduction of environmental, properties and human damages due to intentional variation in this region. For better understanding of this layer and controlling the situation before critical condition, many experimental and theoretical investigations are required. One way of understanding ionospheric parameters is variation of collision frequency of electrons with neutral particles. In this paper two types of collision frequencies are calculated for electrons colliding with N₂, H₂, O₂, CO₂ and CO gases as functions of temperature. Also electron mobility is computed for these gases and the results are compared with those of experimental and theoretical works.

Key Words: *Collision Frequency, Ionosphere, Passive Defense, Mobility, Cross-section*

1- Lecturer and Academic Member of Imam Hossein Comprehensive University Physics Department (Email: ashbagheri@yahoo.com)