

رمزگشایی از آزمایش هارپ

عبدالرضا قدس

دانشیار ژئوفیزیک

دانشکده علوم زمین

دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان

آذر ۱۳۹۵

نسخه ۱.۱

aghods@iasbs.ac.ir

www.iasbs.ac.ir/~aghods

مقدمه:

در سال‌های اخیر اخبار زیادی در مورد یک سلاح جدید آمریکایی به نام هارپ در رسانه‌های اجتماعی، روزنامه‌های مطرح کشور و حتی در رادیو و تلویزیون مطرح شده و ادعا شده که این سلاح می‌تواند با فرستادن امواجی خطرناک باعث طوفان‌های مهلک و یا زلزله‌های بزرگ در هر جای دنیا گردد. شکل ۱ نمونه‌ای از ادعاهای مطرح شده را در روزنامه‌ی کیهان نشان می‌دهد. این روزنامه در تاریخ یکم بهمن ماه ۱۳۸۸ خبری در صفحه‌ی اول خود درج کرده که زلزله‌ی هائیتی را در ارتباط با سلاح زلزله‌ی هارپ می‌داند. نمی‌دانم هدف این رسانه‌ها از گسترش چنین اخباری چیست؟ این اخبار عملاً قدرتی شبیه به قدرت خدا به ارتش آمریکا اعطا می‌کند و عملاً ما را در برابر دشمن درمانده و حقیر می‌کند. باید دید تا چه اندازه‌ای این اخبار بر واقعیت‌های علمی استوار است تا بتوانیم بطور مناسبی نسبت به آن عکس‌العمل نشان دهیم.

از من به عنوان یک ژئوفیزیکدان و زلزله‌شناس بارها سؤال شده است آیا راست است که آمریکا با سلاح هارپ در هر کجای دنیا می‌تواند زلزله‌ی بزرگ درست کند؟ من اوایل به این نوع سؤال‌ها توجه‌ی زیادی نمی‌کردم، ولی بعدها متوجه شدم که این نوع شایعه‌ها نه تنها در میان مردم بلکه در سطح سران دولت جمهوری اسلامی هم طرفداران سرشناس پر و پاقرصی دارد. در تاریخ دوم آذر ماه ۱۳۸۹ آقای سردار وحید احمدی، وزیر دفاع وقت دولت احمدی‌نژاد، از دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه بازدید کرد. من در جلسه بازدید وزیر که در آن همکاران دانشکده فیزیک کارهای تجربی خود را در زمینه لیزر ارایه می‌دادند حضور داشتم و شاهد این بودم که آقای وزیر سؤال‌های بسیار متین و بجایی در مورد تکنولوژی لیزر می‌کرد. بعد از جلسه من به عنوان زلزله‌شناس به آقای وزیر معرفی شدم. آقای وزیر (شکل ۲) بدون مقدمه گفتند به من بگو شما جزو کدام دسته از زلزله‌شناسان هستید، آنهایی که پیش‌بینی زلزله را ممکن می‌دانند یا آنهایی که پیش‌بینی زلزله را غیرممکن می‌دانند. من هم با همان صراحت آقای وزیر پاسخ دادم که من از دسته دوم هستم و با مثال‌های فیزیکی می‌توانم ثابت کنم که پیش‌بینی زلزله عملاً با دانش امروزی غیرممکن است. بعد آقای وزیر از من پرسید که نظرت در مورد هارپ چیست؟ من گفتم من یک دانشمند هستم و در مورد اعتقاداتی که بر پایه علم نیست نمی‌توانم اظهارنظری داشته باشم. پاسخ من باعث تعجب و ناراحتی وزیر شد و گفت چطور؟ آمریکایی‌ها می‌توانند با فرستادن امواج هارپ در هر جای دنیا زلزله درست کنند. چطور می‌گویی این سلاح واقعیت علمی ندارد؟ من در جواب گفتم که آقای وزیر آیا می‌دانید در ایران کانون اکثر زلزله‌ها در اعماق بیشتر از شش کیلومتری است و امواج اولیه الکترومغناطیسی هارپ حتی اگر به سطح زمین هم برسند تنها چندمتر می‌توانند در زمین نفوذ کنند! مکالمه من با وزیر به علت عجله وزیر برای رفتن قطع شد ولی من از این آشنایی و صحبت متوجه شدم که بعضی از مسئولان کشور ما به هارپ معتقدند و یک لحظه به دانسته‌هایم بسیار شک کردم و گفتم شاید آنها حقایقی را می‌دانند که من نمی‌دانم. برای همین شروع به تحقیق دقیق در مورد آزمایش هارپ کردم و نتایج یافته‌های خود را با همکاران و دوستان در میان گذاشتم و بعد از مدتی هم دیگر در موردش فکر نکردم و گمان کردم با زمان این مساله به مانند بسیاری از خیرهای به ظاهر داغ به فراموشی گذاشته خواهد شد. اما پیش‌بینی من کاملاً غلط بود. در کنفرانس ژئوفیزیک بهار سال ۱۳۹۳ در تهران آقای دکتر نوریان رئیس اسبق سازمان هواشناسی به عنوان سخنران مدعو در سخنرانی خود به سلاح جدید آمریکایی هارپ و خطرات مهلک آن اشاره کرد! شنیدن این موضوع باعث تعجب من شد و متوجه شدم که اعتقاد به هارپ در افرادی از هر دو جناح راست و چپ وجود دارد.

در هفته دوم مهرماه ۱۳۹۵ یکی از اقوام که نتایج تحقیقاتم در مورد هارپ را با او در میان گذاشته بودم به من زنگ زد. او به من گفت به تازگی در یکی از دانشگاه‌های نظامی برای ادامه تحصیل ثبت نام کرده و در کلاس پدافند غیرعامل اسلحه هارپ مطرح شده است. این فرد در مقابل گفته‌های استاد مبنی بر اینکه هارپ یک سلاح جدید است که با آن آمریکا زلزله و طوفان درست می‌کند، مقاومت به خرج داده ولی استاد به او گفته که برای او باید ثابت کند که حرف‌هایش در مورد هارپ صحت دارد و سند ارایه دهد. او از من خواهش کرد که آیا نوشته‌ای در این مورد دارم تا به عنوان مرجع ارایه دهد. اینجا بود که پی‌بردم هنوز مسئله هارپ به عنوان یک اسلحه‌ی مهلک در دست آمریکایی‌ها بسیار در سطح جامعه مطرح است و باید کاری کرد که از این موضوع رمزگشایی شود و مردم ما بفهمند که آیا امواج هارپ می‌تواند قدرت خدا را در دست شیاطین آمریکایی قرار دهد یا نه؟ بنابراین تصمیم گرفتم نتایج تحقیقات خودم را به زبان ساده به صورتی که همه بتوانند آن را متوجه شوند در این نوشته‌ی کوتاه گردآوری کنم.



شکل ۲: بازدید سردار وحید احمدی از دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان در آذر ۱۳۸۹. عکس نگارنده را در حال صحبت با سردار وحید احمدی در مورد آزمایش هارپ نشان می‌دهد. پروفسور ثبوتی موسس دانشگاه در سمت چپ عکس دیده می‌شود.

یونوسفر چیست؟

برای اینکه بدانیم هارپ چیست و به چه کاری می‌آید ابتدا باید یونوسفر را بشناسیم. در زندگی روزمره ما همگی با سه حالت ماده یعنی جامد، مایع و گاز آشنایی داریم. در طبیعت حالت چهارمی هم برای ماده وجود دارد که به آن پلاسما می‌گویند. یونوسفر به لایه‌های پلاسما می‌گویند که در بالای لایه اتمسفر قرار دارد. اتمسفر لایه‌ی هوای بالای سر ما است که تا ۵۰ الی ۶۰ کیلومتری ادامه دارد و معمولاً ابرها در ده کیلومتر اول آن تشکیل می‌شوند و حرکت می‌کنند. در طبیعت پلاسما اصولاً گاز بسیار گرمی است که مولکول‌ها و اتم‌های سازنده‌ی آن یونیزه شده‌اند و در آن الکترون‌ها و پروتون‌های آزاد در حال حرکت هستند. وجود الکترون‌ها و پروتون‌های آزاد باعث می‌شود پلاسما هادی جریان الکتریسته باشد و به مانند هر هادی الکتریکی دیگری بتواند بر روی امواج رادیویی اثرگذار باشد. پلاسما خیلی شبیه یک گاز است با این تفاوت که هادی الکتریسته است و می‌تواند بر روی امواج الکترومغناطیسی به مانند امواج رادیویی که از درون آن عبور می‌کنند اثر بگذارد. در زندگی روزمره پلاسما با درجه حرارت پائین، بطور وسیعی در درون صفحه‌های نمایش به مانند تلویزیون استفاده می‌گردد.

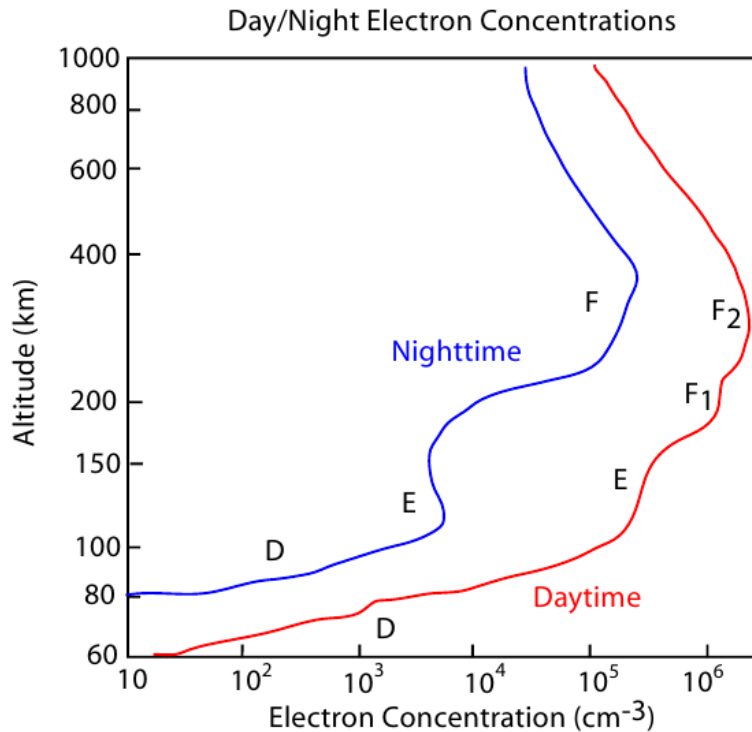
یونوسفر در اثر انرژی خورشید (عمدتاً نور فرابنفش) در ارتفاع‌های ۶۰ کیلومتری تا هزار کیلومتری تشکیل می‌گردد. باید بدانیم که سقف ارتفاع

پرواز هواپیماها محدود به ارتفاع بیست کیلومتر است و بالون‌ها نیز بیش از ارتفاع ۵۰ کیلومتر نمی‌توانند صعود کنند. برای همین مطالعه مستقیم یونوسفر بسیار مشکل است. دمای پلاسمای لایه یونوسفر ۳۰۰ الی ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد است. مقدار یونیزه بودن پلاسمای یونوسفر شدیداً وابسته به زمان روز، عرض جغرافیایی، فصل، نحوه فعالیت خورشیدی و اثرات جذر و مدی است. از میان عوامل نامبرده، طوفان‌های خورشیدی با ارسال ذرات باردار پرنرژی به مگنتوسفر و یونوسفر می‌توانند آشوب بسیار زیادی درون یونوسفر ایجاد کنند.



شکل ۳: آنتن‌های هارپ در شمال شرقی شهر گاکونا در ایالت آلاسکای آمریکا (منبع ویکی‌پدیا). آلاسکا یکی از ایالت‌های آمریکا است که در خارج از بدنه اصلی کشور آمریکا و در شمال کشور کانادا قرار دارد. از آنجائیکه ایالت آلاسکا در عرض‌های جغرافیایی بالا یا در نزدیکی قطب شمال قرار دارد، مکان مناسبی برای مطالعه‌ی فعال شفق قطبی و یونوسفر است.

با وجود تغییرات جانبی و زمانی زیاد ضخامت و خواص یونوسفر، می‌توان یک ساختار میانگین لایه‌ای برای زمان‌های روز و شب ارائه کرد. علت این لایه‌بندی این است که انرژی خورشید و همچنین طبیعت یونیزه شدن مولکول‌ها و اتم‌های سازنده یونوسفر با ارتفاع تغییر می‌کند. شکل ۴ لایه‌های یونوسفر در شب (منحنی آبی) و روز (منحنی قرمز) را با هم مقایسه می‌کند. محور افقی تعداد الکترون‌ها در هر سانتی‌متر مکعب را بیان می‌کند. محور عمودی ارتفاع از سطح دریا به کیلومتر است. لایه‌های یونوسفر که در بالای لایه‌ی اتمسفر قرار دارند از پائین به بالا به ترتیب با حروف انگلیسی D, E, F1 و F2 نام‌گذاری شده‌اند. مقایسه‌ی منحنی‌های روز و شب به وضوح نشان می‌دهد که غلظت یا تعداد الکترون‌ها در هنگام شب در لایه‌های پائینی D و E به شدت کم می‌شوند و عملاً در شب، یونوسفر از ارتفاع‌های بسیار بالاتر (تقریباً ۲۰۰ کیلومتری) در جایی که لایه‌ی F1 وجود دارد، شروع می‌گردد. در روز ارتفاع قاعده‌ی یونوسفر تقریباً ۵۰ کیلومتر است.



شکل ۴: لایه‌های یونوسفر در شب (منحنی آبی) و روز (منحنی قرمز). محور افقی تعداد الکترون‌ها در هر سانتی‌متر مکعب را بیان می‌کند. محور عمودی ارتفاع از سطح دریا است. لایه‌های یونوسفر که در بالایی لایه‌ی اتمسفر قرار دارند از پائین به بالا به ترتیب با حروف انگلیسی *D*، *E*، *F1* و *F2* نامگذاری می‌شوند. مقایسه‌ی منحنی‌های روز و شب به وضوح نشان می‌دهد که غلظت یا تعداد الکترون‌ها در هنگام شب در لایه‌های پائینی *D* و *E* به شدت کم می‌شوند و عملاً یونوسفر از ارتفاع‌های بسیار بالاتر در جایی که لایه‌های *F1* وجود دارد، شروع می‌گردد (تاسکشیون ۱۹۹۴).

از آنجائیکه لایه‌های یونوسفر در فواصل ۵۰ کیلومتر به بالا قرار دارند و غلظت مولکول‌های هوا در آن بسیار کم است، حتی با بالون‌های هواشناسی هم نمی‌توان آنها را مورد مطالعه قرار داد. بالون‌های هواشناسی در نقاط مختلف دنیا از جمله ایران به هوا ارسال می‌شوند تا اطلاعات مستقیمی از لایه‌های اتمسفر به هواشناسان بدهند. این بالون‌ها حداکثر تا ارتفاع پنجاه کیلومتری یا زیر لایه‌های یونوسفری می‌توانند صعود کنند. بنابراین مطالعه‌ی یونوسفر عمدتاً با استفاده از امواج الکترومغناطیسی که از آن عبور می‌کنند یا بازتابیده می‌شوند انجام می‌گیرد.

افرادی که سن آنها به مانند نویسنده بیش از نیم قرن است، به خوبی به یاد می‌آورند که در زمان قبل و بعد از انقلاب بسیاری از مردم برای پی‌گیری اخبار انقلاب و جنگ به رادیوهای خارجی به مانند بی‌بی‌سی گوش می‌دادند. رادیوهای قدیمی که امروزه کمتر دیده می‌شوند، به جز موج افام قابلیت دریافت امواج رادیویی طول متوسط *MW* و کوتاه *SW* را هم داشتند. مردم تنها شب‌ها با استفاده از رادیوهای دارای قابلیت دریافت امواج باند کوتاه رادیوهای بیگانه را گوش می‌کردند. طول موج باند *SW* به این امواج امکان بازتابیده شدن از لایه‌های اتمسفر را می‌داد. چون فاصله کشورهای بیگانه پخش می‌شد با ایران زیاد بود باید امواج از طبقات بالایی یونوسفر به زمین بازتابیده

می‌شد. در طول روز به علت حضور خورشید ارتفاع اولین لایه یونوسفر به ۵۰ کیلومتر یا کمتر می‌رسد ولی در شب به علت نبود انرژی لایه‌های پائینی یونوسفر از بین می‌رود و امواج می‌توانند از لایه‌های بالایی منعکس شوند و برای همین است که در شبها مردم می‌توانستند به رادیوهای بیگانه گوش کنند. امواج رادیویی SW می‌توانند تا پنج مرتبه بین یونوسفر و سطح زمین بازتابیده شوند و مسیره‌های چند هزار کیلومتری را طی کنند.

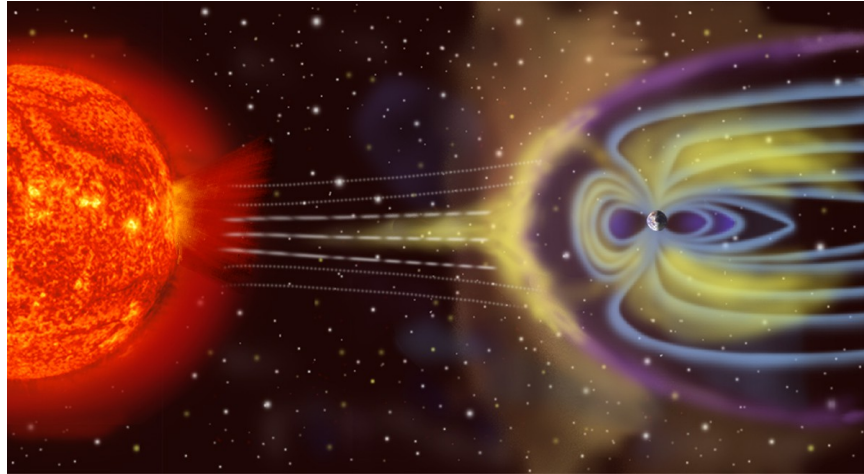
مگنتوسفر چیست؟

میدان مغناطیسی که اطراف کره زمین را احاطه می‌کند را مگنتوسفر می‌گویند. میدان مغناطیسی زمین به مانند میدان مغناطیسی یک آهن‌ربای میله‌ای است که یک سر آن در قطب شمال و سر دیگر آن در قطب جنوب قرار گرفته است. به علت وجود میدان مغناطیسی زمین و شکل خاص آن، ما به راحتی با استفاده از قطب‌نما جهت شمال را می‌یابیم یا با استفاده از یک قطب‌نما به راحتی جهت قبله را پیدا می‌کنیم.

میدان مغناطیسی اطراف زمین یا همان مگنتوسفر ذرات باردار سریعی که توسط بادهای خورشیدی به سمت زمین ارسال می‌شود (شکل ۵) را یا از زمین دور می‌کند و یا به سمت قطبین منحرف می‌کند. در قطبین ذرات باردار در نهایت با هوای رقیق درون یونوسفر برخورد می‌کنند و پدیده‌ی بسیار زیبای شفق قطبی را بوجود می‌آورند (شکل ۵). انحراف ذرات باردار توسط مگنتوسفر در ارتفاع تقریبی ۹۰۰۰۰ کیلومتری صورت می‌گیرد. علت انحراف ذرات باردار این است که طبق قوانین فیزیکی حرکت یک جسم باردار عمود بر میدان مغناطیسی باعث وارد شدن نیرو به ذره می‌گردد. هر چه سرعت و بار ذره بیشتر باشد یا هر چه میدان مغناطیسی قوی‌تر باشد، نیروی وارده به ذره بیشتر خواهد شد. مگنتوسفر با انحراف ذرات باردار خورشیدی به مانند سپری بشر و دیگر موجودات زنده را از اثرات مضر ذرات خورشیدی محفوظ نگه می‌دارد.



شکل ۵: پدیده‌ی زیبای شفق قطبی در گرینلند (منبع: ویکی‌پدیا). جزیره‌ی گرینلند یک جزیره‌ی آتشفشانی در وسط اقیانوس آرام است. این جزیره در عرض‌های بالای جغرافیایی واقع شده است. شفق‌های قطبی در ارتفاع بیش از ۱۰۰ کیلومتر از سطح زمین بوجود می‌آیند و فقط در نزدیکی قطبین قابل مشاهده هستند.



شکل ۶: نمایی شماتیک از مگنتوسفر زمین (منبع: ویکی‌پدیا). خطوط آبی خطوط میدان مغناطیسی زمین را نشان می‌دهد. در سمت چپ خورشید به صورت شماتیک و در حال فرستادن بادهای خورشیدی متشکل از ذرات باردار با سرعت زیاد به سمت زمین نشان داده شده است. خطوط میدان مغناطیسی زمین در سمتی که خورشید قرار گرفته است به علت برخورد ذرات بادهای خورشیدی به شدت به زمین نزدیک شده‌اند و در سمت مخالف از زمین دور شده‌اند. قسمتی از ذرات باردار خطرناک در اثر عملکرد موثر مگنتوسفر به سطح زمین نمی‌رسند و قسمتی هم توسط مگنتوسفر به دام می‌افتند و به سمت قطب شمال و جنوب منحرف می‌شوند و در آنجا با برخورد با گازهای رقیق یونوسفر، شفق‌های قطبی یا نورهای درخشان رنگارنگ قطبی را بوجود می‌آورند (شکل ۵) و انرژی‌شان از بین می‌رود.

شکل مگنتوسفر (شکل ۶) تابعی از تغییرات بادهای خورشیدی است. هر چه فعالیت بادهای خورشیدی بیشتر شود، ضخامت مگنتوسفر در سمتی که خورشید است کمتر می‌شود. هر گونه تغییراتی در ارتفاع یا ضخامت مگنتوسفر باعث ایجاد تغییراتی در یونوسفر به مانند بادهای یونوسفری و یا تولید امواج رادیویی طول موج خیلی کوتاه می‌گردد. بنابراین تغییرات مگنتوسفری در ارتباط با تغییرات یونوسفری هستند. یکی از اهداف اصلی برنامه‌ی تحقیقاتی هارپ و برنامه‌های مشابه که توسط دیگر کشورها در حال انجام است این است که نحوه‌ی تاثیر یونوسفر و مگنتوسفر بر روی امواج رادیویی را کشف کنند.

چرا ارتش آمریکا بسیار علاقه‌مند به مطالعه یونوسفر و مگنتوسفر است؟

جواب ساده به این سؤال این است که آنها می‌خواهند ببینند که تغییرات خواص لایه یونوسفر و مگنتوسفر چگونه بر روی امواج مخابراتی ارسالی بین ماهواره‌ها و ایستگاه‌های زمینی تاثیر می‌گذارد. باید توجه کرد که کم‌ارتفاع‌ترین ماهواره‌ها که شامل ماهواره‌های علمی و جاسوسی است در درون یونوسفر و در ارتفاع ۳۰۰ تا ۵۰۰ کیلومتری به دور زمین می‌گردند. ماهواره‌های جی‌پی‌اس (GPS) در ارتفاع بیست‌هزار کیلومتری به

دور زمین می‌گردند. ماهواره‌های مخابراتی که با سرعت برابر با سرعت دوران زمین به دور زمین می‌گردند در ارتفاع‌های بسیار بالاتر (۳۵۷۸۶ کیلومتری) در حال حرکت هستند. همه‌ی این ماهواره‌ها با امواج الکترومغناطیسی و یا همان امواج رادیویی با زمین در ارتباط هستند و این امواج باید از درون لایه‌های مگنتوسفر و یونوسفر عبور کنند تا به زمین برسند.

ماهواره‌ها برای عکس‌برداری راداری از سطح زمین و یا ارسال اطلاعاتی به مانند اطلاعات جی‌پی‌اس باید امواج الکترومغناطیسی را از مسیر همین یونوسفر به زمین ارسال کنند. خواص یونوسفر به مانند اتمسفر دائم در حال تغییر است. ما در اتمسفر باد و طوفان داریم و در یونوسفر هم به‌طریقه‌ی مشابه باد و طوفان داریم. باد و طوفان‌های یونوسفری باعث تغییرات محتوای الکترونی یونوسفر می‌گردد و در نتیجه تاثیر یونوسفر بر روی امواج رادیویی را هم تغییر خواهد کرد. شاهد این ادعا کیفیت بد ارتباطات رادیویی باند کوتاه در بعضی از شب‌ها است. گوش کردن به رادیوهای خارجی همواره کار سختی است چون به علت تغییرات خواص الکتریکی یونوسفر دائما باید موج رادیو را به امید برقراری ارتباط، تنظیم دوباره کرد.

دانشمندان و همچنین نظامی‌ها علاقه‌مندند بیشتر در مورد اثر یونوسفر بر روی امواج مخابراتی بدانند تا بتوانند بوسیله‌ی روش‌های نوینی اثرات مخرب آن بر ارتباطات را کم کنند. مسلما اگر یک نظامی بتواند اثرات مخرب یونوسفر را بر روی سیگنال‌های جی‌پی‌اس کم کند، می‌تواند با دقت بیشتری یک موشک را به هدف بکوبد و در جنگ موشکی بسیار موثرتر عمل کند. یک دانشمند علوم زمین هم به همین اندازه از کشف راه‌های جدید برای کاهش اثرات مخرب یونوسفر بر روی سیگنال‌های رادار بهره خواهد برد. کاهش اثرات یونوسفری بر روی سیگنال‌های رادار به دانشمندان علوم زمین اجازه خواهد داد با دقت بیشتری تجمع فشار بر روی گسل‌های فعال کم عمق را مورد مطالعه قرار دهند و مناطقی که دارای خطر بالای وقوع زلزله هستند را بهتر مشخص کنند.

نظامی‌ها به طور اتفاقی متوجه شدند که امواج رادیویی فرکانس خیلی پائین (VLF) از یک ایستگاه رادیویی نیروی دریایی آمریکا در مدارهای بالا نزدیک قطب شمال توسط یک کشتی نظامی در مدارهای نزدیک قطب جنوب شنیده شده است. امواج ارسالی از این ایستگاه دارای فرکانس ۲۴.۸ کیلوهرتز با طول موج تقریبا ۱۲ کیلومتری بودند. این امواج به منظور ارسال پیام یک طرفه به زیردریایی‌های که در زیر آب هستند ارسال می‌شد. تنها با امواج VLF که دارای طول موج بزرگی هستند می‌توان یک موج را حداکثر تا مسافتی برابر با یک طول موج به درون آب فرستاد. مشاهده‌ی انتشار امواج رادیویی بین دو قطب، مشاهده‌ی بسیار جالبی بود چون معمولا ارسال امواج رادیویی برای این چنین مسافت‌هایی غیرممکن است. بعدها مشخص شد که لایه‌ی مگنتوسفر به مانند یک فیبر نوری که می‌تواند نور را در مسافت‌های طولانی هدایت کند، می‌تواند امواج رادیویی با فرکانس خیلی پائین را در یک مسافت طولانی بین قطب‌ها هدایت کند. دانشمندان و نظامی‌ها می‌خواهند بفهمند تحت چه شرایطی امواج رادیویی را می‌توان از طریق مگنتوسفر بین دو قطب مخابره کرد.

یکی از علائق نظامی‌ها برای انجام آزمایش هارپ این است که می‌خواهند بدانند چگونه بادهای خورشیدی باعث ایجاد اختلال در عملکرد رادارهای زمینی افقی و ماهواره‌های راداری ارتفاع‌سنجی می‌شود. رادارهای با دید افقی، سطح وسیعی از دریا را می‌توانند دیدبانی کنند و اختلال در عملکرد آنها امنیت دریا را بسیار پائین می‌آورد. شاید یکی از دستاوردهای آزمایش هارپ این باشد که در آینده به نظامی‌ها این امکان را بدهد تا بتوانند بطور موضعی و موقتی با تولید امواج ثانوی درون یونوسفر و تغییر موضعی خواص الکتریکی یونوسفر، یک اختلال عمدی در امواج ارسالی ماهواره‌ها ایجاد کنند و آنها را به نحوی کور کنند.

شناخت مگنتوسفر و یونوسفر در پدافند غیرعامل هم می‌تواند بسیار مهم باشد. طوفان‌های خورشیدی در ماه مارس ۱۹۸۹ باعث شد در ایالت کبک کانادا به مدت نه ساعت برق چند میلیون نفر کانادایی بطور کامل قطع گردد. در این حادثه تغییرات شدید مگنتوسفری و یونوسفری ناشی از طوفان‌های خورشیدی باعث شد که جریان زیادی به سیم‌های انتقال جریان القا گردد که در نهایت باعث از مدار خارج شدن تعداد زیادی ترانسفورماتورهای برق و قطع کامل برق شد. مسلماً با شناخت بهتر مگنتوسفر و یونوسفر می‌توان تمهیداتی برای پدافند غیرعامل و مقابله با این نوع حوادث طبیعی اندیشید.

هارپ چگونه می‌تواند به ما در مطالعه‌ی یونوسفر و مگنتوسفر کمک کند؟

یونوسفر دور از دسترس بشر است و فرستادن یک سنجنده به درون آن بسیار پرهزینه است. برای مطالعه‌ی یونوسفر راحت‌ترین راه، استفاده از روش‌های سنجش از راه دور به مانند استفاده از امواج هارپ است. با کمک امواج هارپ می‌توان قسمتی از یونوسفر در منطقه‌ی نزدیک به قطب در آلاسکا را گرم کرد. قسمت گرم شده باعث ایجاد یک حرکت نوسانی در درون یونوسفر می‌گردد که خود موجب تولید امواج ثانوی با فرکانس بسیار کم ۳ الی ۳۰۰۰ هرتز (VLF) می‌شود. قسمتی از این امواج ثانوی از لایه‌های یونوسفر به سمت زمین بازتابیده می‌شوند که توسط گیرنده‌های زمینی قابل مطالعه هستند. قسمتی دیگر از این امواج از یونوسفر خارج می‌شود و در شرایط خاصی درون لایه‌های هدایت‌کننده مگنتوسفر به دام می‌افتند و تنها در قطبین جایی که ارتفاع مگنتوسفر از زمین کم است به سطح زمین می‌رسند و قابل رصد می‌شوند. تولید امواج ثانوی بدین دلیل است که یونوسفر یک لایه یونیزه شده است که هر گونه حرکتی در آن باعث تولید میدان الکتریکی و مغناطیسی و به طبع امواج الکترومغناطیسی می‌گردد. امواج فرکانس بالای هارپ باعث ارتعاش یونوسفر و تولید امواج الکترومغناطیسی می‌شود.

هارپ متشکل از ۱۸۰ آنتن (شکل ۳) است که امواج با فرکانس بالای ۲.۸ الی ۱۰ مگاهرتز را با توان ۳.۶ مگاوات به سمت یونوسفر گسیل می‌کند. یک مگاهرتز یعنی یک میلیون هرتز یا یک میلیون بار ارتعاش موج ارسالی در هر ثانیه است. آنتن‌ها در یک زمین سه طول و عرض تقریبی ۳۵۰ در ۳۵۰ متر نصب شده‌اند و امواج را به سوی آسمان گسیل می‌کنند. مقدار انرژی مصرفی برای تولید این امواج معادل برق مورد استفاده برای روشن کردن ۳۶۰۰۰ لامپ صد وات است. با استانداردهای امروزی این مقدار انرژی حتی برای مصرف یک شهر دو هزار نفری هم کافی نیست. فرکانس بالای امواج هارپ تنها می‌تواند بر روی لایه‌های پائینی یونوسفر موثر باشد. وقتی امواج هارپ به لایه‌های یونوسفر برخورد کردند، آنها را گرم می‌کنند. ارسال امواج هارپ بصورت منقطع و با فرکانس امواج رادیویی VLF صورت می‌گردد. با گرم کردن منقطع، امواج هارپ باعث می‌شوند که قسمتی از یونوسفر تبدیل به فرستنده امواج VLF با طول آنتن چند هزار کیلومتری بشود که مستقیماً درون لایه‌ی یونوسفر قرار دارد. علت تولید امواج رادیویی VLF در ارتباط با یونیزه بودن یونوسفر است و گرچه گرم کردن منقطع هوا به هیچ عنوان نمی‌تواند امواج الکترومغناطیسی رادیویی را تولید کند. طبق قوانین فیزیک حرکت یک ماده باردار در یک میدان مغناطیسی منجر به تولید امواج الکترومغناطیسی می‌گردد. روش هارپ یک ترفند بسیار عالی برای تولید امواج VLF است که خرج آن بسیار کمتر از روش‌های قدیمی است. قبل از آزمایش هارپ در سیپل در قطب جنوب با استفاده از یک آنتن به طول بیش از ۲۲ کیلومتر امواج VLF را مستقیماً به درون یونوسفر می‌فرستادند. آزمایش سیپل به علت خرج بسیار بالا در سال ۱۹۸۸ برای همیشه بسته شد.

حالا سؤالی که پیش می‌آید این است که تولید امواج VLF درون لایه‌ی یونوسفر چه فایده‌ای دارد. با ارسال این امواج و یا به اصطلاح

پمپ کردن این امواج به درون یونوسفر، دانشمندان رد این امواج را در زمین و فضا ثبت می کنند و با این داده ها در مورد مگنتوسفر و یونوسفر، چگونگی جریان های درونی آن و نحوه اثر این جریانات بر روی امواج رادیویی تحقیق می کنند. دانشمندان امیدوارند با یافته های جدیدشان بتوانند اثرات مخرب یونوسفر بر روی امواج مخابراتی و جی پی اس را کم کنند. روش بکار برده شده در آزمایش هارپ بسیار شبیه به دیگر روش های ژئوفیزیکی است که ژئوفیزیکدانان برای شناخت زمین بکار می برند. به عنوان مثال در ایران برای اکتشاف مخازن نفت و گاز دانشمندان ژئوفیزیک با انفجار بمب و تولید امواج لرزه ای مصنوعی و ثبت بازتاب این امواج در سطح زمین یک تصویر از ساختار درونی زمین تهیه می کنند و به کمک آن بهترین مکان برای حفر چاه های نفت و گاز را پیشنهاد می دهند. در پروژه ی هارپ هدف مطالعه ی لایه ی ناشناخته ی یونوسفر و نحوه تعامل آن با لایه ی مگنتوسفر است. برای اینکه دانشمندان بتوانند لایه های یونوسفر و مگنتوسفر را مطالعه کنند باید امواجی به درون آن بفرستند. هارپ امواجی به درون یونوسفر پمپ می کند که بازتاب آن امواج و امواج ثانوی تولید شده به ما کمک می کند تا بیشتر در مورد یونوسفر و مگنتوسفر بدانیم.

چرا آزمایش هارپ در آلاسکا و در نزدیک قطب شمال انجام می گیرد؟

دلیل انجام آزمایش علمی هارپ توسط آمریکا در مدارهای نزدیک به قطب این است که مناطق قطبی یکی از معدود مناطقی است که در آن می توان امواج رادیویی VLF تولید شده را به راحتی وارد مگنتوسفر کرد و به مطالعه انتشار آن در مگنتوسفر پرداخت. علاوه بر این برای اینکه بتوان انتشار امواج VLF را در مگنتوسفر مطالعه کرد باید در نزدیکی قطبین باشیم، جایی که خطوط میدان مغناطیسی به زمین برخورد می کنند (شکل ۶).

آیا هارپ می تواند در هر نقطه از دنیا تغییرات آب و هوایی بوجود بیاورد؟

برای اینکه یک موج الکترومغناطیسی بتواند بر روی چیزی تاثیر بگذارد، باید بتواند اجزای آن شیء را تکان دهد یا گرم کند. این موضوع در اجاق مایکروویو آشپزخانه اتفاق می افتد. اجاق های مایکروویو امواج الکترومغناطیسی ای را ساطع می کنند که می تواند مولکول های آب درون غذا را تکان بدهد و به حرکت در آمدن شدید ملکول های آب تولید گرما می کند و غذا گرم می شود. برای همین است که اجاق مایکروویو نمی تواند یک ظرف پلاستیکی خشک را گرم کند. می توانید با قرار دادن یک ظرف پلاستیکی خشک درون مایکروویو این موضوع را آزمایش کنید.

اجاق های مایکروویو امواج الکترومغناطیسی با فرکانس ۲.۴۵ گیگاهرتز را برای گرم کردن غذاها بکار می برند. یک گیگا هرتز برابر با هزار میلیون هرتز است. بنابراین فرکانس بکاررفته در اجاق های مایکروویو خانگی حدود ۲۵۰ الی ۸۹۲ مرتبه بیشتر از فرکانس بکاربرده شده در هارپ است. برای همین است که امواج هارپ اصلا نمی توانند بلایی سر ابرها بیاورند و اصولا بطور مستقیم و یا بعد از بازتابیده شدن به سمت زمین نمی توانند با تغییر دمای ابرها موجب تغییر آب و هوا شوند. امروزه همگی غرق در انواع امواج الکترومغناطیسی هستیم. نمونه ای از این امواج را می توان امواج رادیویی، تلویزیونی و امواج تلفن های همراه دانست. چون طول موج این امواج نمی تواند موجب تحریک شدن آب جزء

اصلی سازنده بدن همه موجودات شود، خطرناک نیستند.

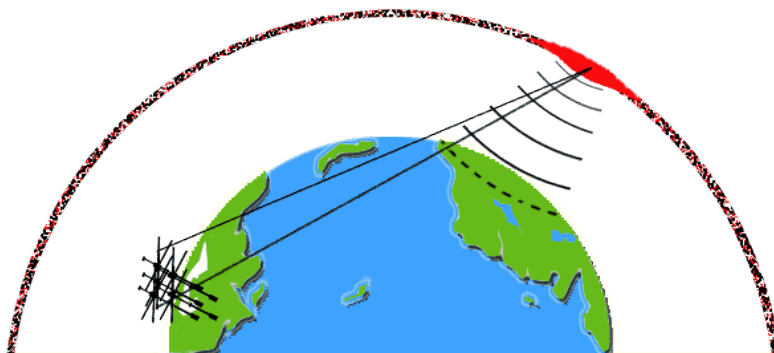
بعضی‌ها بر این باورند که می‌توان امواج هارپ را به مانند امواج رادیویی به هر جای دنیا تاباند و در آنجا تغییرات آب و هوایی و یا زلزله درست کرد. این افراد از این واقعیت غافل هستند که دامنه‌ی امواج هارپ به مانند هر نوع موج دیگری با زیاد شدن فاصله از چشمه‌ی تولید به شدت کم می‌شود. همه افراد می‌دانند شدت صدا با مسافت کم می‌شود و یا دامنه‌ی امواج آب ناشی از افتادن یک سنگ در درون یک استخر با دور شدن از محل افتادن سنگ کم می‌شود. امواج هارپ هم از این قاعده مستثنا نیستند و حتی با بازتابش آنها به سطح زمین، شدت امواج به علت دور شدن از چشمه‌ی تولید به شدت کم می‌شود. حتی اگر ما همه‌ی این قوانین را قبول نداشته باشیم باز هم باید بدانیم که تمام قدرت اولیه‌ی امواج هارپ در حد روشن کردن ۳۰۰۰۰ لامپ صد وات است و با این مقدار انرژی نمی‌توان یک طوفان را با قطعیت زیاد در یک منطقه‌ی خاص تولید کرد که بتواند آن منطقه را بهم بزند و کلی خسارات مالی و جانی بوجود آورد.

آیا امواج هارپ می‌تواند موجب تولید زلزله شود؟

اولین باری که شنیدم آمریکا با هارپ یک زلزله درست کرده است در مورد زلزله‌ی هائیتی بود. این زلزله با بزرگای ۷ در سال ۲۰۱۰ در عمق ۱۵ کیلومتری اتفاق افتاد و منجر به کشته شدن تقریباً ۳۰۰ هزار نفر شد. بعدها ادعاهایی را خواندم که حتی زلزله‌ی بم با بزرگای ۶/۸ را آمریکا با سلاح مخوف هارپ درست کرده است. برای اینکه بتوانیم صحت این ادعاها را ارزیابی کنیم باید بدانیم که یک زلزله با بزرگای ۷ دارای چه مقدار انرژی است. یک زلزله با بزرگای ۷ دارای انرژی معادل هزار بمب اتمی ناکازاکی است که شهر ناکازاکی ژاپن را به تلی از خاک تبدیل کرد. در بخش‌های قبلی گفتیم که کل انرژی‌ای که هارپ به آسمان می‌فرستد تنها ۳.۶ مگاوات است که در مقابل انرژی یک بمب اتم اصلاً عددی قابل مقایسه نیست! اگر آدمی باشیم که حساب و کتاب و یا دو دو تا چهارتا سرمان بشود، سریعاً می‌فهمیم که نمی‌توان با کوباندن تمام انرژی هارپ بر روی زمین یک زلزله ایجاد کرد. ایجاد زلزله‌ی مهیب هائیتی با امواج هارپ به همان اندازه بعید است که با یک انگشت بتوانیم برج میلاد را از جایش بکنیم و به جای دیگری منتقل کنیم!

بعضی از طرفداران هارپ قبول دارند که هارپ نمی‌تواند بطور مستقیم زلزله درست کند ولی بر این باورند که با هدایت امواج بر روی گسل‌ها می‌توان آنها را تحریک کرد و زلزله بوجود آورد. این طرفداران بر این عقیده هستند که آمریکا با تاباندن امواج هارپ به یونوسفر و انعکاس آنها بر روی گسل‌های فعال می‌تواند در هر کجای دنیا زلزله درست کند! شکل ۷ شکلی است که یکی از این مدعیان (سایت شیعه‌نیوز) برای چگونگی بازتابانده شدن امواج مخرب هارپ و ایجاد زلزله نشان داده است. اشتباه فاحش شکل ۷ در قرار دادن لایه‌ی یونوسفر در ارتفاع ۳۰۰۰ کیلومتری از سطح زمین است. در عمل می‌دانیم که لایه‌ی یونوسفر در ارتفاع ۵۰ تا ۱۲۰۰ کیلومتری وجود دارد و هارپ تنها بر روی قسمت‌های پائینی آن (کمتر از ۱۰۰ کیلومتر) تاثیر می‌گذارد. بنابراین انعکاس امواج هارپ محدود به مناطق اطراف آن است و برد بسیار کمتری از آنچه مدعیان هارپ می‌گویند دارد. علاوه بر این امواج هارپ به مانند هر نوع موج دیگری دامنه‌شان با دورشدن از منبع تولید بسیار کم می‌شود. از آنجائیکه امواج هارپ در یک فضای سه‌بعدی پخش می‌شوند با دوبرابر شدن فاصله از چشمه، دامنه‌شان نصف می‌شود. دانشمندان نشان دادند در فاصله‌ی ۲۰۰ کیلومتری از فرستنده‌ی هارپ، تنها دو وات از ۳۰ میلیون وات انرژی فرستاده شده به آسمان به سطح زمین می‌رسد. حالا سؤال این است که آیا می‌توان با این مقدار انرژی زلزله درست کرد؟ مسلماً نه!

برای این که بحث را ساده کنیم فرض می‌کنیم که همه‌ی انرژی امواج هارپ (دارای فرکانس چند مگاهرتزی) را می‌توان به سطح زمین کویید. حالا سؤال این است که آیا با این مقدار انرژی می‌توان یک گسل را تحریک کرد و یک زلزله‌ی بزرگ تولید کرد؟ برای جواب دادن به این سؤال باید بدانیم که معمولا در طبیعت نقطه‌ی شروع زلزله‌ها در چه عمقی قرار دارد. در ایران کانون زلزله‌ها در اعماق کمی قرار دارد ولی هنوز کانون همه‌ی زلزله‌های بزرگ در عمق بیش از ۶ کیلومتر قرار دارد. این بدین معنی است که امواج هارپ باید بتوانند تا عمق شش کیلومتری نفوذ کنند تا بتوانند با گرم کردن آن باعث تحریک گسل و ایجاد زلزله بشوند. امواج هارپ دارای فرکانس ۲.۸ تا ۱۰ مگاهرتز هستند و اصولا بیش از چند متر قدرت نفوذ در زمین را ندارند. بنابراین آمریکا قدرت تولید زلزله با استفاده از هارپ را به هیچ عنوان ندارد و نخواهد داشت!

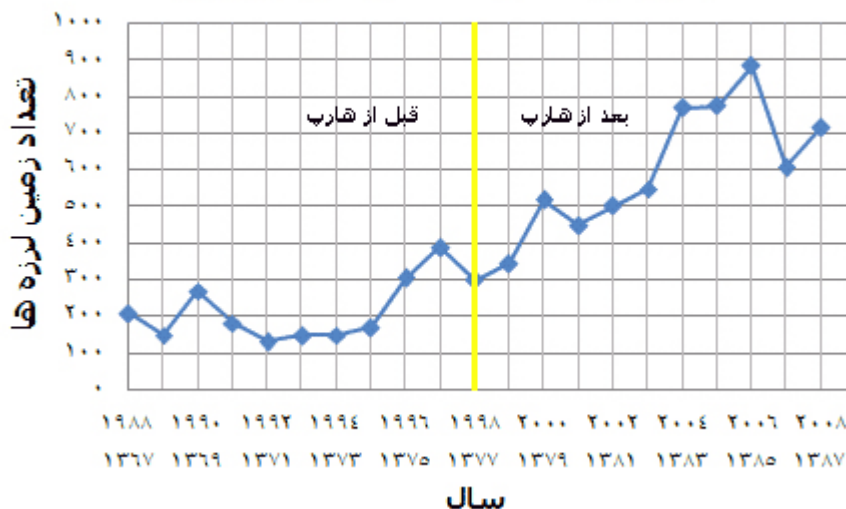


شکل ۷: سایت شیعه‌نیوز (<http://www.shia-news.com/fa/pages/?cid=12663>) نحوه ارسال امواج هارپ برای تولید زلزله را بصورت شماتیک بالا نشان داده است. دایره‌ای که بالای سطح زمین است نشانگر یونوسفر است. با یک اندازه‌گیری ساده می‌فهمیم که ارتفاع این لایه باید حداقل سه هزار کیلومتر بالاتر از سطح زمین باشد. توجه کنید که شعاع زمین تقریباً ۶۴۰۰ کیلومتر است. ارتفاع یونوسفر از ۵۰ تا ۱۲۰۰ کیلومتر است و امواج هارپ تنها قسمت‌های پائینی یونوسفر را مورد تاثیر قرار می‌دهد. بنابراین حتی اگر سناریوی بالا درست باشد به علت ارتفاع بسیار کمتر لایه‌ی منعکس‌کننده هارپ برد موثر هارپ بسیار کمتر از آنچه است که شکل نشان می‌دهد.

طرفداران سلاح زلزله‌ی هارپ برای اثبات نظرات خود به ارایه‌ی تعداد زلزله‌های ثبت شده در ایران و دیگر کشورها قبل و بعد از آغاز آزمایش هارپ می‌پردازند و نشان می‌دهند که بطور قابل ملاحظه‌ای تعداد زلزله‌ها بعد از انجام آزمایش هارپ بیشتر شده است. در ارایه این آمار هیچ اشاره‌ای نشده است که تعداد زلزله‌های با بزرگای چند به بالا گزارش شده است. نمونه‌ای از این ادعاها در شکل ۸ آورده شده است. اولین اشتباهی که در این شکل وجود دارد این است که سال تاسیس آزمایش هارپ ۱۹۹۳ بوده است ولی شکل با یک خط زرد رنگ سال تاسیس هارپ را ۱۹۹۸ اعلام کرده است. در شکل ۹ تعداد زلزله‌های بزرگ‌تر از بزرگای ۵ و ۵.۵ ایران را با زمان رسم کرده‌ام. آمار زلزله‌ها را به مانند سایت شیعه‌نیوز (شکل ۸) از بانک آمار زلزله‌های پژوهشگاه بین‌المللی زلزله استخراج کردم. همانطور که مشاهده می‌شود تعداد زلزله‌های با بزرگای ۵ به بالا با زمان تغییر زیادی نداشته است و تغییرات آن با زمان کاملاً راندوم و یا تصادفی است. معمولا بعد از وقوع یک زلزله‌ی بزرگ به مانند زلزله‌ی ۷.۵ رودبار-طارم سال ۱۹۹۰ میلادی، وقوع تعداد زیادی پس‌لرزه تعداد زلزله‌ها را تا چندسال بعد از وقوع زلزله زیاد می‌کند.

باید در نظر داشت که آمار تعداد زلزله‌های بزرگتر از بزرگای ۵ برای بررسی اثر هارپ بر روی تولید زلزله‌ها مهم است نه تعداد کل زلزله‌ها! تنها زلزله‌های با بزرگای بیشتر از ۵ می‌توانند مخرب باشند و خانه‌ها را خراب کنند. به نظر نگارنده اشتباهی که در شکل ۸ شده این است که طرفداران هارپ تعداد زلزله‌ها را صرف نظر از بزرگای آنها گزارش کرده‌اند و توجه نکرده‌اند که در ایران بعد از سال ۱۹۹۶ و در کشورهای اطراف ایران بعد از سال ۱۹۹۰ تعداد زلزله‌نگارها به شدت زیاد شده و طبعاً تعداد زلزله‌های بیشتری ثبت شده است. بنابراین زیاد شدن زلزله‌ها ربطی به هارپ ندارد بلکه در ارتباط با زیاد شدن تعداد زلزله‌نگارها و بالارفتن دقت شبکه‌ها در ثبت زلزله‌های کوچکتر است.

زمین لرزه های ۲۰ سال اخیر در ایران



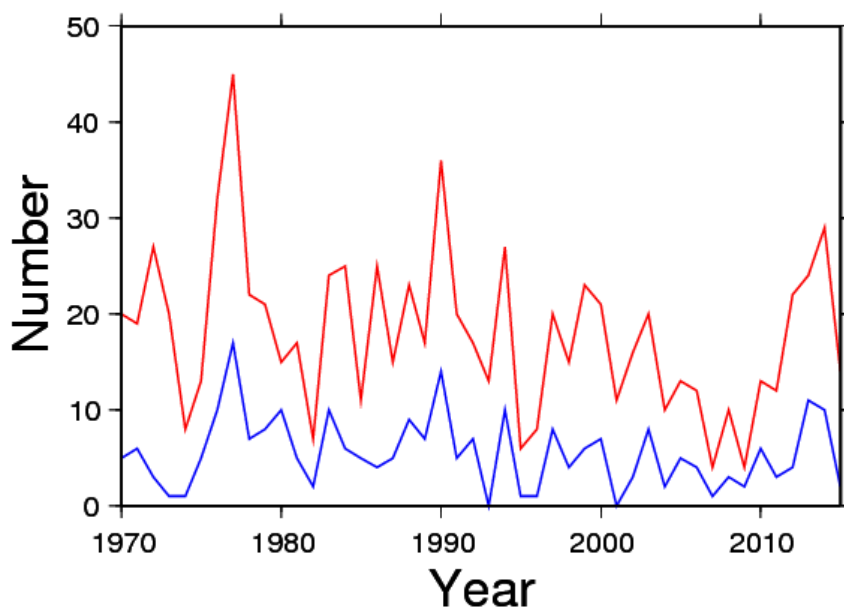
شکل ۸: تعداد زلزله‌های ایران در طی سال‌های ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۸. نمودار بالا توسط سایت شیعه‌نیوز یکی از سایت‌های بی‌شمار ولی معروفتر حامی نظریه سلاح زلزله‌ای هارپ ارائه شده است. شکل نشان می‌دهد بعد از سال ۱۹۹۸ تعداد زلزله‌ها به نحو قابل ملاحظه‌ای زیاد شده است. سایت شیعه‌نیوز ادعا می‌کند که برای رسم نمودار از داده‌های پژوهشگاه بین‌المللی زلزله و مهندسی زلزله استفاده کرده است. شکل با یک خط زرد سال شروع آزمایش هارپ را ۱۹۹۸ اعلام می‌کند در حالیکه سال شروع آزمایش هارپ سال ۱۹۹۳ است.

آیا به جز آمریکا کشورهای دیگری هم در زمینه‌ی مطالعه‌ی یونوسفر مطالعه می‌کنند؟

روسیه و اتحادیه اروپا هم دارای تجهیزات مشابهی برای مطالعه یونوسفر هستند. علاوه بر این، آمریکا هم دارای دو مکان دیگر برای انجام آزمایشات مشابه است. برخلاف باور عمومی دسترسی به ایستگاه هارپ در ایالت آلاسکای آمریکا با هماهنگی قبلی امکان‌پذیر است و معمولاً دانشمندان دانشگاه‌های آمریکایی، نه دانشمندان نظامی، با داده‌های برداشت شده در این ایستگاه کار می‌کنند و نتایج خود را هم در مجلات ژئوفیزیکی مانند *Geophysical Research Letter* و *Journal of Geophysical Research* چاپ می‌کنند. تعدادی از این مقالات که در نوشتن این مقاله از آنها استفاده شده است در قسمت مراجع آمده است. هم اکنون مدیریت هارپ به دانشگاه آلاسکا محول شده و

دانشمندان با گرفتن نوبت و پرداخت هزینه می‌توانند از این سایت برای اهداف علمی خود استفاده کنند.

ارتش آمریکا و وزارت دفاع آمریکا حامی بسیاری از طرح‌های پژوهشی دانشگاهی در این کشور است و نتایج این طرح‌های پژوهشی در اکثر موارد در اختیار عموم قرار می‌گیرد. به عنوان مثال بطور سنتی نیروی هوایی آمریکا یکی از حامیان اصلی علم زلزله‌شناسی است چون با استفاده از دانش بدست آمده از علم زلزله‌شناسی می‌خواهند توانایی شناسایی انفجارهای اتمی کشورهای رقیب را داشته باشند. برای تشخیص سریع و دقیق انفجار اتمی از زلزله‌های طبیعی نیاز به بهبود روش‌های مکان‌یابی زلزله‌ها و مدل‌های ساختار زمین است. پیشرفت در این زمینه‌ها علاوه بر نیل به اهداف نظامی توانسته شناخت بشر در باره‌ی کره زمین و علت وقوع زلزله‌ها را به مقدار زیادی بهبود دهد. خوشبختانه وزات دفاع جمهوری اسلامی ایران هم در چند سال اخیر رویه‌ی مشابهی را اتخاذ کرده و با حضور در دانشگاه‌ها به ارایه‌ی طرح‌های پژوهشی غیرسری می‌پردازد.



شکل ۹: تعداد زلزله‌های با بزرگای بیش از ۵ (خط قرمز) و بیش از بزرگای ۵.۵ (خط آبی) برای سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵. محور افقی سال میلادی و محور عمودی تعداد زلزله‌ها در هر سال را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود تغییرات تعداد زلزله‌ها با زمان بصورت کاملاً راندوم اتفاق می‌افتد و ربطی به سال ۱۹۹۳ سال شروع به کار آزمایش هارپ ندارد. زیاد شدن مقطعی زلزله‌ها معمولاً بعد از زلزله‌های بزرگ به مانند زلزله رودبار-طارم (سال ۱۹۹۰ میلادی) است که یک پدیده کاملاً طبیعی و در ارتباط با وقوع تعداد زیادی پس‌لرزه است. نمودار با استفاده از داده‌های بانک زلزله‌های پژوهشگاه بین‌المللی زلزله و مهندسی زلزله تهیه شده است.

چرا باید ایرانی‌های بیشتر در مورد یونوسفر و نتایج پروژه هارپ بدانند؟

با ورود ایران به جرگه‌ی کشورهای که دارای موشک بالیستیک هستند و ماهواره به فضا می‌فرستند، مسؤلان صنعت فضایی و دانشمندان نظامی ما باید بطور جدی به مطالعات فیزیک فضا که شامل یونوسفر و مگنتوسفر هم می‌شود ورود پیدا کنند. وجود مسؤلان بالامرته در ارکان دولت که هارپ را یک سلاح آماده و مخوف آمریکایی می‌دانند که می‌تواند طوفان و زلزله درست کند، نشان از عدم شناخت مسؤلان ما از فیزیک فضا است. همانطور که گفته شد آزمایش هارپ دارای اهداف نظامی است ولی به خودی خود هنوز یک سلاح نیست و بطور قطع هرگز نمی‌تواند هیچ طوفان مهلک و یا زلزله‌ای را در هیچ جای دنیا ایجاد کند. تنها نکته‌ای که شاید در آینده هارپ را به عنوان یک سلاح مطرح کند، کور کردن موضعی ارتباطات رادیویی ماهواره‌ای می‌باشد. البته وجود روش‌های ارزان‌تر برای کور کردن ماهواره‌ها (تعقیب دقیق ماهواره‌ها و ارسال امواج رادیویی قوی به سمت آنها)، امکان استفاده آینده‌ی نظامی هارپ را تا اندازه‌ی زیادی منتفی می‌کند.

منابع:

- Bernhardt P. A., Siefring C. L., Briczinski S. J., McCarrick M., and Michell R. G., Large ionospheric disturbances produced by the HAARP HF facility, *Radio Sciences.*, 51, 1081–1093, doi:10.1002/2015RS005883, 2015.
- Inan, U. S., M. Gol-kowski, D. L. Carpenter, N. Reddell, R. C. Moore, T. F. Bell, E. Paschal, P. Kossey, E. Kennedy, and S.Z. Meth, Multi-hop whistler-mode ELF/VLF signals and triggered emissions excited by the HAARP HF heater, *Geophysical Research. Letter.*, 31, L24805, doi:10.1029/2004GL021647, 2004.
- Golkowski M., U.S. Inan, A. R. Gibby and M. B. Cohen, Magnetospheric amplification and emission triggering by ELF/VLF waves injected by the 3.6 MW HAARP ionospheric heater, *Journal of Geophysical Research*, V. 113, A10201, doi:1029/2008JA013157, 2008.
- Golkowski M., Magnetospheric wave injection by modulated HF heating of the auroral electrojet, PhD Thesis, Department of Electrical Engineering, Stanford University, 2009.
- Helliwell, R. A., VLF wave simulation experiments in the magnetosphere from Siple Station, Antarctica, *Review of Geophysics.*, 26, 551 – 578, 1988.
- Oyma S., Watkins B.J., Dijuth F.T., Kosch M.J. And Bernhardt P.A., Persistent enhancement of the HF pump-induced plasma line measured with a UHF diagnostic radar at HAARP, *Journal of Geophysical Research*, V. 111, A06309, doi10.1029/2005JA011363, 2006.
- Platino M., Inan U.S., Bell T.F., Parrot M., and Kennedy E.J., DEMETER observations of ELF waves injected with the HAARP HF transmitter, *Geophysical Research Letters*, V. 33. Doi10.1029/2006GL026462, 2006.
- Schunk R. W., and J. J. Sojka, Ionosphere-thermosphere space weather issues, *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics*, V. 58, pp 1527-1574, 1996.
- Tascione, T. F. , *Introduction to the Space Environment*, Krieger Publishing Company, 1994.