پوهنتون پولی تخنیک کابل
مجله علمی و تکنالوژی
جلد ۵۲ - شماره ۲
سنبله- سال ۱۴۰۴ - ه.ش.
P-ISSN: 2305 - 896X
KPU-JST
تاریخ دریافت اثر: ۱۴۰۳/۰۸/۱۵
تاریخ قبـــولی اثر: ۱۴۰۴/۰۲/۰۱

تحقیق در مورد تهیه تابلیت و ژل آتش زا از مواد موجود داخلی کشور

انجنیر محمد عیسی بخشی زاده[۱]*، پوهاند دوکتور اسرارالدین گلزاد [۲]
۱*. محصل برنامه ماستری نفت و گاز پوهنځی صنایع کیمیاوی پوهنتون پولی تخنیک کابل، ناحیه پنجم، کابل، افغانستان،
Email: mohammadessabakhshizada@gmail.com
۲. آمر و استاد دیپارتمنت نفت و گاز پوهنځی صنایع کیمیاوی پوهنتون پولی تخنیک کابل، ناحیه پنجم، کابل، افغانستان،
Email: a.gulzad@kpu.edu.af

خلاصه

یکی از دستاوردهای بشر پیدا کردن آتش‌زنه‌های مفید برای تهیه آتش در عصر حاضر است که از آن در مقاصد به حرکت درآوردن وسایط، مقاصد نظامی، از بین بردن و انهدام ساختمانها، ادوات، وسایل و ابزار، انبارهای مواد غذایی و مهمات و سایر اقلام نظامی با ارزش در محل هدف و مقاصد منزل و آشپزخانه جهت روشن کردن آتش با چوب و زغال‌سنگ و گرم نگه داشتن غذا در رستورانت‌ها استفاده می‌شود.

این نوشتار تنها روی آتش‌زنه‌هایی که توسط آن بتوان چوب و زغال را آتش زد بحث می‌کند. یکی از عمومی ترین آتش‌زنه‌ها، آتش‌زنه ژلی است. آتش‌زنه‌های ژلی عموما بر پایه الکول ساخته می‌شوند، اما آتش‌زنه‌های جامد عموما بر پایه مواد عضوی جامد شونده مانند موم، پیه یا چربی حیوانات با مخلوطی از مواد عضوی به حیث سوخت دومی ساخته می‌شود.

معمول ترین آتش‌زنه‌هایی که ما می‌توانیم با استفاده از منابع مواد اولیه موجود داخلی کشور جهت آتش زدن چوب و زغال‌سنگ استفاده کنیم آتش‌زنه‌ای است که از ترکیب روغن معدنی، پارافین و الکول تهیه شده می‌تواند و معمول ترین تابلیت‌های آتش‌زنه از پودر چوب، پنبه و موم تهیه شده می‌تواند.

اصطلاحات کلیدی: *استات کلسیم، الکول، پنبه، تابلیت ژل آتش‌زا، موم، هگزامین.*

۱ - مولف مسؤل

۱. مقدمه

آتش‌زنه‌ها از زمانهای بسیار دور به این سو مورد استفاده بشر قرارگرفته است اما در عصرهای گذشته تنها جنبه استفاده نظامی داشتند. با گذشت زمان و پیشرفت علم و تکنالوژی استفاده از ژل آتش‌زا در عرصه تخنیک و در منازل و رستورانت‌ها نیز آغاز شد. امروزه دانشمندان در کوشش آن هستند تا ژل‌های بسیار مفیدتری را جهت تولید انرژی برای موتور وسایط و به حرکت درآوردن آنها و استفاده از آنها به عنوان سوخت پاک و بی خطر و قابل انتقال به دست بیاورند [1] [2].

امروزه در عرصه‌های مختلف ضرورت به آتش‌زنه‌های مناسب و ارزان خصوصا در کشور ما افغانستان در فصل زمستان بسیار زیاد احساس می‌شود زیرا ما جهت روشن کردن چوب و زغال‌سنگ به آتش‌زنه مناسب نیازمندیم. اگر این آتش‌زنه‌ها از منابع موجود داخلی تهیه شود برای ما ارزان‌تر و به صرفه‌تر خواهد بود. در نتیجه، با استفاده از منابع موجود داخلی کشور مانند: الکول، چونه، سرکه، موم، بوره اره، وازلین، روغن معدنی و پنبه ما می‌توانیم تابلیت و ژل آتش‌زای ارزآن‌را جهت استفاده در منازل، رستورانت‌ها و سفر تهیه کنیم.

آتش زنه‌های ژلی دارای مواد آغاز کننده آتش و مواد سوزنده دومی هستند [3] و میتوان در ژل آتش‌زا الکول را ماده آغاز کننده آتش و روغن معدنی و اسیتات کلسیم را ماده آتش‌گیر دومی نام برد. بخاطری که اول الکول احتراق می‌کند زیرا نقطه احتراق آن بسیار کم است و با احتراق آن حرارت مناسب برای روغن معدنی و اسیتات کلسیم فراهم می‌شود زیرا نقطه احتراق آنها زیادتر می‌باشد. به همین ترتیب ماده احتراق دومی حرارت مناسب را برای چوب و زغال‌سنگ فراهم می‌سازد تا آنها نیز آتش بگیرند و به این ترتیب باعث تهیه آتش می‌شوند.

تابلیت آتش‌زنه از مخلوط موم، بوره اره، پنبه و وازلین شاخته شده می‌تواند که در آنها ماده آغاز کننده آتش موم و وازلین است زیرا نقطه احتراق آنها کمتر از نقطه احتراق بوره اره و پنبه می‌باشد. به این ترتیب حرارت مناسب را برای آتش گرفتن بوره اره و پنبه را فراهم می‌سازد تا باعث شروع آتش جهت استفاده‌های بعدی گردد [5] [4].

طوری که دیده شد، آتش‌زنه‌ها شامل مواد آغاز کننده آتش است که نقطه احتراق آنها پایین می‌باشد. در نتیجه، باید همیشه در حرارت کمتر از 40 درجه سانتی گراد نگهداری شود تا از بروز حوادثی مانند آتش سوزی جلوگیری گردد.

طوری که در این نوشتار دیده خواهد شد ایجاد کارگاه تولید مواد آتش‌زاهای مختلف سرمایه زیاد و مکان بزرگ نیاز ندارد و هر شخص با داشتن دانش علم تکنالوژی - کیمیاوی می‌تواند دست به تولید آن بزند و در شگوفایی اقتصاد خود و کشور سهیم شوند.

در تهیه این نوشتار از مقالات علمی تحقیقی ژورنال‌های معتبر و سایت‌های معتبر علمی استفاده شده و حتی تعدادی از آن فورمول‌ها نیز توسط مولفین این نوشتار در لابراتوار جهت کسب اطمینان هر چه بیشتر مورد تجربه قرار گرفته تا از صحت آنها اطمینان خویش را حاصل نماید.

در این مقاله روش‌های مختلف تهیه تابلیت و ژل آتش‌زا را به روش‌های مختلف مورد مطالعه قرار می‌دهیم امید که مورد توجه قرار بگیرد.

۲. هدف تحقیق

در این مقاله تلاش بر این شده است تا با آتش‌زنه‌ها، دلیل استفاده از آنها، مزایای آنها، انواع آنها، طریقه تهیه و اقتصادی بودن نوع مشخص آن آشنایی حاصل کنیم. زیرا، ما در فصل زمستان جهت گرم نگهداشتن منازل خود نیاز به روشن کردن آتش داریم که مواد مورد استفاده و معمول در فصل زمستان در کشور ما چوب و زغال‌سنگ است. بخاطر اینکه این مواد بسوزد نیاز به ماده احتراقی است که نقطه احتراق آن پایین تر باشد تا بتواند برای سوختن چوب و زغال‌سنگ که نقطه احتراق آنها بالاتر است حرارت و انرژی مورد نیاز را فراهم نماید.

از طرف دیگر بتوانیم با استفاده از فورمول‌های ذکر شده آتش‌زنه‌های مورد ضرورت داخلی را با استفاده از مواد موجود داخلی تولید نماییم تا باشد که در وقت احتیاج و ضرورت فصل سرما در دسترس عموم قرار گیرد و نیز باعث کمک اقتصادی به هموطنان عزیز ما شود.

۳. پیشینه تحقیق

ژل آتش‌زا یک ماده بسیار پاک و سوخت به روز با انواع مختلف است که در بعضی از کشورها حتی به عنوان سوخت‌های انجن‌های جت و دیگر انجن‌ها نیز استفاده می‌شود و تحقیقات روی تهیه انواع بهتر ژل آتش‌زا در جریان است تا اینکه بتوان ماده سوخت با کیفیت و باثبات را جهت استفاده در انجن‌های وسایط تهیه کرد که قابلیت سوخت بهتر، تولید انرژی بالاتر،کیفیت بهتر، نگهداری و انتقال آن آسان تر باشد [1] .

یکی از انواع آتش‌زاها ژل آتش‌زا و دیگری آن تابلیت آتش‌زا است. یک نوع ژل آتش‌زا جهت روشن کردن آتش چوب و زغال و گرم نگهداشتن غذا در رستورانت‌ها نیز استفاده می‌شود. علاوه بر این، از تابلیت آتش‌زا نیز جهت روشن کردن آتش و گرم کردن غذا هم کار گرفته می‌شود.

آتش‌زنه (ژل آتش‌زا و خصوصاً تابلیت آتش‌زا) نه تنها در منازل و رستورانت‌ها قابلیت استفاده را دارد بلکه در مقاصد نظامی نیز استفاده می‌شود.

در این عصر هم نظامیان از نوعی آتش‌زنه به نام کوکتل مولوتف و بمب ناپالم نیز به حیث اسلحه کار می‌گیرند.

ویدیویی در سایت www.military.com تعلیمات نظامی سربازان کانادایی را نشان می‌دهد که این سربازان علاوه بر آموختن و به کاربردن تسلیحات مدرن، طرز ساخت و به کاری گیری کوکتل مولوتوف را نیز آموزش می‌بینند [7] [6] زیرا مواد آتش‌زا بزرگترین دسته مواد کیمیاوی مصرف شده در جنگ‌ها منجمله جنگ جهانی دوم و عامل بسیاری از پیروزی‌ها بوده است که می‌توان از آن جمله بمب ناپالم و کوکتل مولوتف را نام برد [7] .

در کتاب Finnish Defence Forces نوشته Helsinki در صفحه 165 آن آمده است که سربازان سویدنی از کوکتل مولوتوف در جریان جنگ‌های دوم جهانی استفاده می‌کرده، نه که این ماده مخرب و وحشت آور باعث آتش سوزی، تخریب منازل، مزارع و تغییر جبهه جنگ می‌شده است [7].

کوکتل مولوتوف از جمله قدیمی ترین سلاح‌های کیمیاوی شناخته شده بشرند که در ادوار گذشته در جنگ‌ها استفاده می‌شد.

مخلوط آتش‌زا در عصر یونان قدیم معمولا شامل قیر، سلفر و مواد چسبنده همراه با روغن خام و چونه زنده بوده است که در صورت تماس با آب خود به خود مشتعل می‌شدند. اما حالا جهت ساختن کوکتل مولوتف از پترول، دیزل با مخلوط مواد کیمیاوی دیگر چون ماده سفید کننده و غیره استفاده می‌کنند تا قدرت آسیب رسانی آن‌را افزایش دهند.

Thomas M. Klapotke در کتاب خویش تحت عنوان مواد کیمیاوی آتش زا که در سال ۲۰۱۵ به نشر رسیده است، می‌نویسد: ژل‌های آتش‌زا در سوخت راکت‌ها، مواد منفجره، مواد آتش‌زا و آتش بازی تحت عنوان دو ماده، مواد اولیه و ثانوی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در جای دیگر بیان می‌کند که روی این ماده تحقیقات بیشتری در جریان است تا معایب

ژل‌های مختلف که در صنایع موتوری استفاده می‌شود پیدا و اصلاح شود.
علاوه بر این، سوخت‌های ژل در مقایسه با سوخت‌های مایع، به دلیل به حداقل رساندن تلفات تبخیر و نشت در حین ذخیره سازی، نرخ خطر آتش سوزی کمتری دارند. اجزای سوخت ژل و محصولات احتراق آنها نسبت به پیشرانه‌های مایع معمولی تأثیر زیست محیطی کمتری نیز دارند [8].
Karl Wieland Naumann در مقاله اش که در سال 2016 میلادی به نشر رسیده است می‌نویسد: سوخت ژل سبز رنگ جرمنی و تکنالوژی آنها چگونه عامل و محرک موتورهای جت می‌باشد و یک سوخت بی همتای خوب، حساس با تاثیرات خطر کمتری روی محیط‌زیست است زیرا بدون گازات سازندۀ تیزابهای قوی می‌باشد [9].
در مقاله‌ای تحت عنوان تهیه سوخت جامد به نوشته Aji Nugrohoآمده است که این سوخت‌ها میتوانند حرارتی در حدود 120oC با مدت سوخت 30 الی 60 دقیقه و با مقدار 2.2%خاکستر تولید کنند بناءً می‌توان از این سوخت‌ها به حیث محروق پاک در رستورانت‌ها و منازل نیز استفاده نمود.
Ray در مقاله‌ای تحت عنوان پروسه تهیه سوخت جامد می‌نویسد: سوخت جامد مرکب متالیزه به حیث ماده احتراقی و تولید کننده انرژی در موتور موشکها استفاده شده می‌تواند [10].
سوخت‌های ژلی که در موتورها استفاده می‌شود باید دارای خواص ویسکوزیته مشخص باشند. بناءً، در مقاله‌ای که Baek، Kim و Jyoti تحت عنوان خواص رئولوژی نانو ذرات دارنده کارباپول و خواص رئولوژی ایتانول امین ژل سوختی نوشته است که خواص ویسکوزیته ژل‌ها را مورد مطالعه قرار داده و بیان می‌کند که ویسکوزیته ظاهری به طور تصاعدی با غلظت سوخت متفاوت است. افزایش حرارت به تدریج ویسکوزیته ظاهری را کاهش می‌دهد. حلال‌ها اثر متغیری بر ویسکوزیته ظاهری ژل‌ها داشته که نمی‌تواند با ویسکوزیته حلال و وزن مالیکولی رابطه داشته باشد.
وی در مورد بررسی خواص اساسی ژل‌های ترکیب شده با کارباپول بیان می‌کند که اثر غلظت پولیمیر، حرارت و حلال‌های مختلف بالای ژل تعیین کننده کیفیت سوخت است [2] [1]. این امر عمدتاً به وظایف بهبود ویژگی‌های زیست محیطی، انرژی، اقتصاد و عملیاتی هر دو سیستم فن آوری دستگاه‌ها در حمل و نقل و انرژی و فرآیندهای ذخیره سازی، حمل و نقل و احتراق انواع سوخت‌های جدید نسبت داده می‌شود.
سوخت ژل می‌تواند در فناوری موشکی و فضایی به یک منبع انرژی جایگزین تبدیل شود.
این سوخت‌ها دارای جنبه‌های ایمنی بهتری‌اند که شامل: مقدار کمی بخار در هنگام نشت در مقایسه با سوخت‌های مایع آزاد؛ بی‌تفاوت در برابر شوک، اصطکاک و تخلیه الکترواستاتیکی، حداقل خطر اشتعال تصادفی می‌باشد. زیرا پروسه احتراق به اندازه کافی به خوبی کنترول می‌شود و می‌توان آن‌را متوقف کرد. تولید انرژی نسبتاً بالا در مقایسه با سوخت‌های جامد کامپوزیت و ذخیره سازی طولانی مدت بدون حفظ شرایط خاص؛ بسته بندی انعطاف پذیر؛ نسبتاً کمتر ته نشین شدن ذرات ریز جامد که در فرمولاسیون آنها با ویسکوزیته خاص که در مقایسه با سوخت مایع موجود است و تأثیر کمتر زیست محیطی دارد؛ می‌باشد [13] [12] [11].
در سال 2007 میلادی R Brandle در مقاله‌اش تحت عنوان طرز تهیه سوخت‌های ژل می‌نویسد که با بررسی طرز تهیه سوخت‌های ژل و آزمایشات مختلف دریافته است که پارامتر اصلی در تهیه ژل‌ها، خصوصاً در هنگام استفاده از ضخیم کننده‌هایی با منشاء مختلف (پلیمری، عضوی و معدنی)، ماده حلال ژل‌ها میباشد.
با این حال، بیشتر تخنیک‌ها برای تهیه سوخت ژل بر اختلاط غلیظ‌کننده، حلال (اختیاری)، ذرات فلز، کاتالیزورها، سورفکتانت‌های تثبیت‌کننده (در صورت اضافه شدن فلزات) و سوخت مایع در شرایط اتاق یا حرارت‌های بالا با استفاده از روش‌های میخانیکی متکی هستند. ترتیب افزودن اجزای ذکر شده به مخلوط، غلظت و زمان اختلاط آنها در هر مورد خاص کاملاً متفاوت است [15] [14].
بناءً، با استفاده از مقالات محققین که در بخش ژل سوخت آرائه شده است به این نتیجه میرسیم که سوخت‌های ژل در زمینه‌های مختلف از جمله به حرکت در آوردن موتورها و تهیه آتش استفاده می‌شود. در تهیه سوخت ژل باید حلال و

آغاز کننده آتش بسیار جدی در نظر گرفته شود زیرا حرارت در زمان ساختن ژل، حلال آنها، آغازگر سوخت ژل و طریقه اضافه کردن آنها بسیار مهم است تا از عواقب بعدی آن در امان باشیم.
ما در این مقاله با استفاده از مطالب ارائه شده اقدام به تهیه ژل آتش‌زا و تابلیت آتش‌زا جهت روشن کردن چوب و زغال‌سنگ نمودیم که مواد اولیه آن‌را پارافین، الکول، موم و بوره اره تشکیل می‌دهد.

۴. روش تحقیق

جهت تهیه این مقاله از روش تحقیقی کتابخانه‌ای لابراتواری کار گرفته شده است طوری که در ابتداء یک تعداد از مقالات، مطالب و ویدیوهای مرتبط با این موضوع از سایت‌های معتبر و مختلف داونلود و مورد بررسی قرار گرفت و بر اساس آنها این نوشتار ترتیب شده است.
تعدادی از فورمول‌های ژل آتش‌زا و تابلیت آتش‌زای موجود در این مقاله در لابراتوار مورد بررسی قرار گرفته است تا بر اساس آنها فورمول‌های آتش‌زای ماده آتش‌زنه چوب و زغال تهیه شود.
در این آزمایشات از لوازمی چون منبع حرارت، بیکر، میله شور دهنده، سیلندرهای مدرج، هاون و مواد کیمیاوی چون الکول، پارافین، اسیتات کلسیم، بوره اره و موم نیز کار گرفته شده است و در نوشتن فورمول‌های کیمیاوی از کیم آفیس و کیم درا استفاده گردیده است.
برای تهیه ژل آتش‌زا ابتدا مواد اولیه آن که شامل پارافین، ایتانول و کلسیم اسیتات می‌باشد از بازار تهیه شد و بعد از آن در لابراتوار کیمیا از مخلوط سازی فیصدی مشخص ایتانول با پارافین، ژل آتش‌زنه چوب به دست آمد و مورد تجربه قرار گرفت. ملاحظه شد که به هر اندازه فیصدی الکول در مخلوط ژل آتش‌زنه زیادتر باشد آن ژل زودتر شروع به سوختن می‌کند و در صورتی که مقدار الکول که ماده اولیه آغاز گر آتش است کمتر باشد ژل می‌تواند آتش نگیرد زیرا الکول موجود زود حریق شده و پارافین به نقطه احتراق نمی‌رسد تا آتش بگیرد. بعد از سوختن آتش‌زنه، چوب و زغال‌سنگ به نقطه احتراق خودشان می رسند و شروع به سوختن می‌نمایند.
برای تهیه ژل آتش‌زای مخلوط شده از الکول و کلسیم اسیتات ابتدا مقدار مشخص الکول را در یک بیکر قرار دادیم و بعد از آن مقداری کلسیم اسیتات را بالای آن علاوه نموده مخلوط کردیم تا ژل مورد نظر به دست آمد.
در صورتی که برای آتش زدن ژل آتش‌زنه ای که بالا یا زیر چوب و یا زغال‌سنگ قرار گرفته است تاخیر نماییم الکول موجود در ژل فرار می‌نماید و ژل با آتش گوگرد مشتعل روشن نمی‌شود در نتیجه، لازم است تا دوباره مقداری ژل آتش‌زنه اضافه شود تا بتوان ژل را آتش زد.
جهت تهیه تابلیت آتش‌زنه، ابتدا مواد اولیه آن‌را که شامل بوره اره و موم می‌شود از بیرون تهیه نمودیم. برای قالب گیری تابلیت می‌توان از هر نوع قالب استفاده کرد اما ما در اینجا از لوله‌های کاغذی استفاده کردیم. ابتدا مقداری بوره اره را داخل لوله با بلندای یک سانتی متر پر نمودیم و بعد از آن موم تهیه شده از شمع را روی شعله آتش گرم کردیم تا اینکه مایع شد. سپس آن‌را بالای بوره اره موجود در قالب ریختیم تا اینکه کاملاً جذب بوره اره شد. بعد از سرد شدن تابلیت آتش‌زنه مورد آزمایش قرار گرفت که تابلیت ۵ گرامی آن به مدت ۱۵ دقیقه به سوختن دوام داد.
با این آزمایشات دریافتیم که بهترین و ارزانترین ژل آتش‌زا برای روشن کردن چوب و زغال را می‌توان از پارافین و الکول و بهترین و ارزانترین تابلیت آتش زا را می‌توان از بوره اره و موم تهیه نمود.

۵. مخلوط‌های آتش زا

مخلوط‌های آتش‌زا احتمالاً قدیمی ترین آتش‌زنه و از جمله سلاح‌های کیمیاوی شناخته شده بشراند که در ادوار گذشته در جنگ‌ها استفاده می‌شد و می‌توان به کارگیری آتش از جانب انسان را به عنوان نخستین حربه کیمیاوی نام برد که

این مخلوط آتش‌زا معمولا شامل قیر، سلفر و مواد چسبنده همراه با روغن خام و چونه زنده بوده است که در صورت تماس با آب خود به خود مشتعل می‌گردید [2] [16].
همچنان، مواد آتشزا بزرگترین دسته مواد کیمیاوی مصرف شده در جنگ‌ها و عامل بسیاری از پیروزی‌ها بودند که از آن جمله می‌توان بمب ناپالم و کوکتل مولوتف را نام برد [7] [6].



۱.۵. چرا نگهداری پیش بینانه در صنایع نفت و گاز بسیار مهم است

ژل آتش‌زا نوعی از ماده سوختنی به صورت مایع با دسترسی آسان است که از آن برای تولید آتش و گرما به‌جای بنزین، نفت و سایر مواد آتش‌زا استفاده می‌شود. سوخت‌های ژل مواد لزجی - کششی هستند که در هنگام تغییر شکل هم لزجیت و هم خاصیت ارتجاعی از خود نشان می‌دهند. خواص لزجی - کششی از نشت یا ریختن سوخت ژل در حین ذخیره سازی و حمل و نقل جلوگیری می‌کند [2] [14].
زمانی که سوخت ژل استفاده می‌گردد اجزای آن توسط حرارت ذوب می‌شود. تقریباً بلافاصله پس از آن، مایع قابل احتراق از سطح آزاد و شروع به تبخیر می‌کند و با هوا یک مخلوط گازی و بخار قابل احتراق را در نتیجه انتشار تشکیل می‌دهد [1].
ژل‌های آتش‌زا ممکن است بیشتر شامل یک اصلاح کننده نقطه اشتعال باشند زیرا این ماده حرارتی را که در آن احتراق در حضور یک منبع احتراق رخ می‌دهند، افزایش می‌دهد. ترجیحاً ، ژل‌ها بیشتر شامل یک اصلاح کننده لزج مانند کارباپول هستند که کمتر از 0.5 % وزن اجزای تشکیل دهنده مایع ژل را شامل می‌شود [12].
سوخت‌های ژل معمولاً حاوی چندین جزء اصلی هستند که عبارت اند از:

الف) سوخت پایه مانند الکل و یا یک ماده نفتی – کیمیاوی مفر دیگر مانند بنزین و ماده سوخت دومی چون پارافین.
ب) عامل غلیظ کننده مانند کارباپول و اسیتات کلسیم.
ج) در برخی موارد متعادل کننده‌های pH مانند سودا و سایر مواد کیمیاوی دیگر جهت رنگ دهی و معطر سازی.

سوخت‌های ژل در مقایسه با سوخت‌های مایع، به دلیل به حداقل رساندن تلفات تبخیر و خارج شدن آن در حین ذخیره‌سازی، نرخ خطر آتش‌سوزی کمتری دارند. همچنان اجزای سوخت ژل و محصولات احتراقی آنها نسبت به سوخت مایعات معمولی تأثیر زیست محیطی کمتری دارد بناء از جمله سوخت‌های پاک نیز یاد می‌شود زیرا بدون دود می‌سوزد و می‌تواند تا 120 oC حرارت تولید کند [1] [5].
یکی دیگر از ویژگی‌های مهم این محصول قابلیت سوزاندن روی برف ، یخ و حتی آب است و زمانی که در معرض اکسیژن قرار گیرد حرارت بسیار بالایی تولید می‌کند. این ویژگی اساساً در کشورهای سردسیر مانند ترکیه ، روسیه و غیره اهمیت دارد [4] .

لزجیت سوخت با افزایش حرارت به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد. هنگامی که ذرات سوخت ژل در جریان هوا با حرارتی بالا قرار می‌گیرد، ترکیبی از پروسه‌های فزیکی و کیمیاوی مرتبط زیر رخ می‌دهد [11] [12] [13].

۱. ذوب سوخت

۲. تبخیر سطح آزاد

۳. تشکیل مخلوط گاز و بخار در مجاورت سوخت

لازم به ذکر است که حرارت بخار وارد شده به محیط اکساید کننده از حرارت جوش مایع قابل احتراق تجاوز نکند که بر اساس آن ژل سوخت آماده شده است تا اینکه بخارات قابل احتراق و اجزای جامد قابل احتراق مشتعل شده و بسوزد.

در ساخت ژل آتش‌زا از مواد کیمیاوی مانند کربومر، استیک اسید، کربنات کلسیم و الکل استفاده می‌شود.

میتانول و ایتانول هر دو دارای نقطه آتش گیری 17 – 11 ^{o}C هستند که آنها را بسیار قابل احتراق می‌سازد. الکول قبل از پارافین می‌سوزد و سبب مشتعل شدن آن می‌شود زیرا نقطه احتراق پارافین در حدود 215 ^{o}C است [5].

غلیظ کننده‌های پلیمری مانند Carbopol، ترکیبات سلولزی، زانتان و غیره برای غلیظ کردن مایعات قابل احتراق استفاده می‌شوند. این ترکیبات پلیمرهای زنجیره‌ای مستقیم یا منشعب هستند و هنگامی که حل می‌شوند یک شبکه درهم تنیده یا متقاطع قوی را از طریق رابطه‌های هایدروجنی تشکیل می‌دهند [11].

ترتیب افزودن اجزای ذکر شده به مخلوط، غلظت و زمان اختلاط آنها در هر مورد خاص کاملاً متفاوت است.

این سوخت‌ها علاوه بر مصارف نظامی؛ امروزه در صنعت تکنالوژی کیمیاوی (بطور مثال به عنوان سوخت موتورهای موشک و رم جت)، در منازل و رستورانت‌ها جهت تولید آتش و گرم نگه داشتن غذا جهت حفظ طعم و بوی آنها نیز بسیار استفاده می‌شود زیرا حرارتی مناسب جهت گرم نگهداشتن غذا را فراهم می‌کند که باعث جلوگیری از رشد باکتری‌های مضر می‌شود. همچنان برای آتش زدن چوب و زغال‌سنگ جهت روشن کردن بخاری و شومینه به عوض مواد دیگر اشتعال‌زا مانند نفت ، گازوئیل و... نیز به کار برده می‌شود

۱،۱،۵. تهیه ژل آتش‌زا با استفاده از مخلوط پارافین و الکول

این ژل از مخلوطی 95% روغن معدنی و 5% الکل به دست می‌آید زیرا با این فیصدی بطور موثر و ایمن می‌سوزد. در این استارتر آتش، الکل فوراً می‌سوزد در نتیجه، انرژی مناسب را برای روغن معدنی فراهم می‌سازد و روغن معدنی به شدت و پیوسته می‌سوزد تا زغال و چوب مشتعل شود.



شکل (۲): ظروف حاوی ژل آتش‌زا [مؤلف]

۲.۱.۵. مراحل آماده سازی ژل آتش‌زا

ابتدا در حدود 95% پارافین مایع یا کمتر را در یک ظرف می‌ریزیم و بعد از آن در حدود 5% الکول یا بیشتر را علاوه کرده در جریان علاوه کردن آنها را با هم مخلوط می‌نماییم (در صورتی که به اندازه 0.5% کارباپول هم علاوه شود بهتر خواهد بود) بعد از آماده شدن ژل را در ظرف سر بسته نگهداری میکنیم زیرا الکول یک ماده فرار است و با فرار آن، آتش زای تهیه شده کیفیت خود را از دست خواهد داد.

در ذیل قیمت تمام شد و مدت دوام سوختن 5 میلی لیتر ژل آتش‌زا بر اساس مواد تهیه شده از بازار بیان شده است.

- پارافین فی بوتل 600ml به قیمت 50 افغانی
- الکول فی بوتل 200ml به قیمت 50 افغانی

مشخصات	پارافین	ایتانول	مجموع	دوام سوختن 5ml آن
حجم به ml	95	5	100	9 دقیقه
قیمت به افغانی	7.9	1.25	9.15	

جدول (1): قیمت تمام شد 100ml ژل آتش‌زا و مدت دوام سوختن 5ml آن [مولف]

۳.۱.۵. تهیه ژل آتش‌زا با استفاده از ایتانول و استات کلسیم

- یک ظرف مقاوم در برابر حرارت (سرامیک، استیل، ..)
- سیلندر مدرج 100 میلی لیتر
- بیکر 250 میلی لیتری
- 750 میلی لیتر ایتانول (95٪ یا بالاتر)
- 100 گرم استات کلسیم
- 150 گرام آب

۴.۱.۵. مراحل آماده سازی این ژل آتش‌زا

• به صورت همگن 100 گرم استات کلسیم را در 150 میلی لیتر آب مخلوط می‌کنیم.

• ایتانول را به محلول استات کلسیم اضافه می‌کنیم؛ به محض افزودن، یک ژل تشکیل می‌شود؛ مخلوط را هم نمی‌زنیم.

• مقداری از ژل آتش‌زا را به یک سطح ضد حرارت منتقل داده؛ مشتعل می‌کنیم به محض سوختن ایتانول، انرژی کافی برای تجزیه استات کلسیم باقی مانده ایجاد می‌شود این تجزیه باعث تشکیل اسیتون و کربنات کلسیم می‌گردد که اسیتون نیز خود می‌سوزد

$$Ca(CH_3COO)_2 + O_2 \rightarrow CH_3 - CO - CH_3 + CaCO_3$$

• جهت رنگه شدن شعله ماده آتش‌زا می‌توان از کلورایدهای نمکیات مختلف استفاده کرد مثلا کلوراید مس برای رنگ سبز.

۲.۵. تابلیت آتش‌زنه

تابلیت آتش‌زنه به هرماده خشکی می‌گویند که می‌تواند به راحتی آتش بگیرد و برای شعله ور کردن آتش مورد استفاده قرار می‌گیرد.

یکی از انواع معروف، سبک وزن و قابل حمل آتش‌زنه، تابلیت الکل جامد یا سوخت هگزامین فشرده است که توسط Esbit در سال 1936 در مورهارت آلمان اختراع شد که جزء اصلی آن هگزامین می‌باشد.

تابلیت سوخت هگزامین یا تابلیت حرارتی؛ نوعی سوخت جامد به صورت تابلیت است. این تابلیت‌ها بی بو و بدون دود می‌سوزند، انرژی بالایی دارند، در زمان سوختن به صورت مایع در نمی‌آید و خاکستری از خود به جای نمی‌گذارند. این تابلیت‌های سوخت این امکان‌را می‌دهد تا آتش آسان و سریع روشن شود تا جهت پختن، گرم کردن مواد غذایی و گرم کردن نوشیدنی استفاده شود.

۱.۲.۵. *تابلیت آتش‌زنه*

برای تهیه تابلیت آتش‌زنه با استفاده از بوره اره و موم به مواد و وسایل زیر ضرورت است:

- مقداری بوره اره (40 گرام)
- مقداری موم یا شمع (60 گرام)
- منبع حرارت (یک پایه)
- قالب تابلیت آتش‌زنه (می‌توان از جعبه/ کارتن تخم مرغ نیز استفاده نمود)

۴.۱.۵. *مراحل آماده سازی*

ابتدا مقداری بوره اره را در قالب می‌اندازیم و موم را در ظرف فلزی بالای شعله ملایم آتش ذوب می‌کنیم. بعد از این مرحله موم ذوب شده را بالای قالب بوره اره علاوه می‌کنیم تا زمانی که بوره اره موم را کاملاً در خود جذب کند. بعد از سرد شدن تابلیت آتش‌زنه آماده استفاده است.

در ذیل خلاصه قیمت تمام شد و مدت دوام سوختن 5 گرام تابلیت آتش‌زا بر اساس مواد تهیه شده از بازار بیان شده است.

- موم فی کیلو 350 افغانی
- بوره اره فی کیلو 20 افغانی

جدول (2): قیمت تمام شد 100g تابلیت آتش‌زا و مدت دوام سوختن 5g آن [مولف]

مشخصات	موم	بوره اره	مجموع	آن 5g دوام سوختن
کتله به گرام	60	40	100	15 دقیقه
قیمت به افغانی	21	0.8	21.8	

۶. نکات مهم در استفاده از ژل آتش‌زا و نحوه نگهداری آن

این ژل‌ها برای استفاده در بیرون و داخل خانه مناسب هستند اما باید نکاتی را رعایت نمود:

- هیچ گاه بدون مراقبت‌های اولیه استفاده نشود و باید ظروف حاوی ژل در جای امن نگه داری گردد.
- حتماً از این نوع ژل‌ها در ظرف مخصوص به خودش استفاده شود و هیچ وقت ژل‌ها را با یکدیگر مخلوط نکنید و یا داخل ظرف مواد دیگر (مانند ظرف تیزاب) نریزید.
- ژل آتش‌زا باید در محیطی با حرارت کمتر از 40 درجه سانتیگراد و دور از نور مستقیم آفتاب نگهداری شود.
- ژل آتش‌زا نباید در دسترس اطفال قرار بگیرد زیرا بخاطر داشتن افزودنی‌ها موجب مرگ می‌شود.

۷. نتیجه‌گیری و پیشنهاد

تابلیت آتش‌زنه و ژل آتش‌زا از جمله موادی است که مقاصد استفاده نظامی، صنعتی، منزل و سفر را دارد. در منازل، رستورانت‌ها و سفر جهت آغاز آتش با چوب و زغال و گرم نگه داشتن غذا بسیار زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرد. بناء ما می‌توانیم از مواد موجود در دسترس منجمله الکول، استات کلسیم، کلسیم کاربونیت، سرکه، پنبه، روغن معدنی یا پارافین، وازلین، موم، بوره اره و پیه یا چربی حیوانات آنها را تهیه کنیم باشد که مورد استفاده عموم قرار بگیرد و یا اینکه تا زمان استفاده نگهداری نماییم.

از معلومات به دست آمده از جدول‌های 1 و 2 به این نتیجه می‌رسیم که قیمت تمام شده 100 ملی لیتر ژل آتش‌زا کمتر و اقتصادی تر از 100 گرام تابلیت آتش‌زا است. در صورتی که مواد اولیه ژل آتش زا به طور عمده از بازار تهیه شود بسیار ارزان و اقتصادی تر از مواد آتش‌زای وارده و تابلیت آتش زا خواهد بود.

موارد استفاده و نکاتی که در زمان استفاده از تابلیت و ژل آتش‌زنه باید رعایت نمود قرار ذیل می‌باشد:

- تهیه آتش جهت پختن غذا در سفرها و کمپینگ‌ها و گرم نگه داشتن غذا در خانه و رستورانت‌ها.
- جایگزین بجای مواد دیگر اشتعال‌زا مانند نفت ، گازوئیل و... جهت به وجود آوردن شعله برای آتش زدن چوب و زغال‌سنگ جهت روشن کردن بخاری و شومینه.
- حتما از این نوع ژل‌ها در ظرف مخصوص به خودش استفاده شود و هیچ وقت ژل‌ها را با یکدیگر مخلوط نکنید و یا داخل ظرف مواد دیگر (مانند ظرف تیزاب) نریزید.
- ژل آتش‌زا باید در محیطی با حرارت کمتر از $40\ ^oC$ و دور از نور مستقیم آفتاب نگهداری شود زیرا باعث اشتعال آن می‌شود.
- ژل آتش‌زا نباید در دسترس اطفال قرار بگیرد زیرا بخاطر داشتن افزودنی‌های زهری می‌تواند موجب مرگ می‌شود.

۱۲. منابع و مآخذ

[1] B. Natan and S. Rahimi, The Status of Gel Propellants in Year 2000. Int. J. Engergetic Mater. Chem. Propuls. 2001, 5, 172 - 194.

[2] K. Kajiwara, Y. Osada, T. Fushimi, O. Irasa, Y. Hirokawa, T. Matsunaga, T. Shimomura, L. Wang and H. Ishida, Structure of Gels. In Gels Handbook; Eds; Academic Press: London, UK; Volume 1, pp. 122 - 171.

[3] D. O. Glushkov, G. V. Kuznetsov, A. G. Nigay, V. A. Yanovsky and O. S. Yashutina, Ignition Mechanism and Characteristics of Gel Fuels Based on Oil - Free and Oil - Filled Cryogels with Fine Coal Particles. Powder Technol. 2020, 360 - 65 - 79.

[4] www. shimis. ir.

[5] Shimiasia. com/ chemical - products/flammable - gel.

[6] Molotov Cocktails, Canadian Style. www.military.com. Canadian Army. 21 Februray 2012. Retrieved 2022-00-27.

[7] The German Version of the Molotov Cocktail. bunkersite.com. Retrieved 2022-09-27.

[8] T. M. Klapotke and Walter de Gruyter GmbH, Chemistry of High-Energy Materials. Berlin, Germany, 2015.

[9] K. K. Ciezki and K. W. Naumann, Some Aspects on Safety and Environmental Impact of the German Green Gel Propulsion Technology . Propellants Explos. Pyrotech. 2016, 41, 539-547.

[10] A. B. Ray, Process of Producing Solidified Fuel. U. S. Patent 2, 046, 209, 30 June 1936.

[11] G. Baek and C. Kim, Rheological Properties of Carbopol Containing Nanaoparticles. J. Rheol. 2011, 55, 313-330.

[12] J. Y. Kim, J. Y. Song, E. J. Lee and S. K. Park, Rheological Properties and Microstructures of Carbopol Gel Network System. colloid Polym. Sci. 2003, 281,614-623.

[13] B. V. S. Jyoti and S. W. Baek, Rheological Charaterization of Ethanolamine Gel Propellants. J. Energ. Mater. 2016, 34, 260-278.

[14] D. O. Glushkov, G. V. Kuznetsov, A. G. Nigay and O. S. Yashutina, Heat and Mass Transter Induced by the Ignition of single Gel Propellant Droplets. J. Energy Inst. 2019, 92, 1944-1955.

[15] R. Brandle, J. Liebl and R. Pein, Preparation and Characterization of Gelled Fuels. Int. J. Energ. Mater. Chem. Propuls. 2007, 6, 307-321.

[16] D. Glushkov, G. Kuznetson, A. Nigay and O. Yashutina, Heat and Mass Trasfer Induced by the Ignition of Single Gel Propellant Droplets. J. Energy Inst. 2019, sience direct, no. 92, 1944-1955.

بیوگرافی مولفان:

انجنیر محمد عیسی بخشی‌زاده متولد ۱۳۶۳ در ولایت بامیان است. وی در سال ۱۳۸۷ شامل پوهنتون کابل گردید و در سال ۱۳۹۰ از پوهنځی علوم طبیعی، دیپارتمنت کیمیا، با درجه ممتاز فارغ‌التحصیل شد.

پس از فراغت، در سال ۱۳۹۲ با موفقیت در امتحان رقابتی وزارت دفاع ملی، به‌عنوان معلم کیمیا در حربی ښوونځی (وابسته به پوهنتون دفاع ملی) آغاز به کار نمود و تا اکنون در این سمت ایفای وظیفه می‌نماید.

او در سال ۱۴۰۲ با قبولی در آزمون ورودی، تحصیل در برنامه ماستری انجنیری صنایع کیمیاوی نفت و گاز پوهنتون پولی‌تخنیک کابل را آغاز کرد.

پوهاند دوکتور اسرارالدین گلزاد در سال ۱۳۳۸ هجری شمسی در ولایت ننگرهار متولد شد. وی در سال ۱۳۵۶ از پوهنتون کابل مدرک لیسانس، در سال ۱۳۶۳ از آکادمی نفت، گاز وکیمیای آذربایجان سند ماستری و در سال ۱۳۸۸ مدرک دوکتورای خود را دریافت کرد.

ایشان از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۴ به عنوان آمر دیپارتمنت، و از سال ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۵ به عنوان مسئول امور محصلان و سرپرست پوهنحی آمادگی فعالیت داشته است. دوکتور گلزاد هشت کتاب درسی تألیف کرده و ۶۹ مقاله علمی در مجلات ملی و بین‌المللی منتشر نموده است. حوزه‌های تحقیقاتی وی شامل نفت، گاز، صنایع شیمیایی و شیمی آلی است و هم‌اکنون نیز به عنوان آمر دیپارتمنت انجینری نفت، گاز و صنایع کیمیاوی فعالیت می‌کند.