

عنوان:

شرایط ایمن نگهداری و حمل و نقل بندری مواد پرتوزا

نویسندگان :

- حسین چرخند کارشناس بهداشت حرفه ای- نیروگاه اتمی بوشهر
- سیده لیلا اظهر کارشناس بهداشت محیط - معاونت بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی بوشهر
- فاطمه درویش کارشناس بهداشت حرفه ای

چکیده :

کنترل حمل و نقل کالاهای خطرناک در مناطق بندری و تخلیه و بارگیری و انبارداری آن به این دلیل مهم است که می بایست ارزیابی اشخاص شاغل در آن مناطق یا افراد ساکن و نیز سالم بودن تاسیسات و محیط زیست بندری، اطمینان حاصل شود.

مواد پرتوزا نیز جزء مواد خطرناکی هستند که البته کاربرد بسیار مفید و گاهاً منحصر به فردی هم دارند، اما عدم رعایت نکات ایمنی می تواند خطرات جدی همچون ضایعات پوستی، ضایعات مراکز خونساز، سرطانها و ۰۰۰ را برای کارکنان، مردم، محیط و حتی نسلهای آینده به همراه داشته باشد. عناصر رادیواکتیو بسته بندی شده نباید به منطقه بندری آورده شود مگر ورود آنها مطابق با مقررات بین المللی آژانس انرژی اتمی برای حمل و نقل ایمنی مواد رادیواکتیو یا مقررات مشابه ملی باشد.

واژگان کلیدی:

ایمنی مواد پرتوزا- حمل و نقل بندری - انبارداری بندری - ماده پرتوزا - شکل ویژه

مقدمه :

باتوجه به اینکه شرایط حمل و نقل و نگهداری مواد پرتوزا در دستورالعملهای ایمنی بنادر دیده نشده است لزوم تهیه و تدوین این دستورالعملها احساس می شد. در این مقاله سعی شده است

مختصری از مطالب مربوط راکه پس از جستجو در برخی نشریات و کتب مربوطه بدست آمده آورده شود.

ایمنی جان اشخاص در دریا و ایمنی کشتی، کالا و پرسنل آن در مناطق بندری مستقیماً مربوط به مواظبت از کالاهای خطرناک قبل و بعد از تخلیه، بارگیری و درحین جابجایی آن می باشد. بسته بندیهای شامل عناصر رادیواکتیو باید طوری انبار یا نگهداری شود که از اثرات زیانبار به اشخاص و یا تداخل بین بسته ها جلوگیری شود. باید به این واقعیت توجه داشت که در مجموعه زنجیره حمل این نوع کالاها فقط قسمتی در دریا شامل مسیر دریایی و تخلیه و بارگیری در بنادر مبدأ و مقصد است این ضروری است که دقت کامل توسط افرادی بشود که مسئولیت طبقه بندی، محتوا، شناسایی و اسناد کالاهای خطرناک را دارند و در صورت ارتباط با محموله شامل کالاهای خطرناک، علامت گذاری و برچسب زنی آنها و تمام اطلاعاتی که باید به حمل کننده در زنجیره حمل و تحویل به گیرنده نهایی داده شود، اعمال گردد. احتمال بکارگیری الزامات خاص برای روشهای مختلف حمل و نقل نیز باید مورد توجه قرار گیرد. عناصر خطرناک به مفهوم هر عنصر چه بسته بندی شده یا بصورت فله می باشد که برای حمل یا انبار نمودن در نظر گرفته شده باشد و دارای خواصی باشد که در کد بین المللی حمل و نقل کالای خطرناک در هر یک از طبقه بندیهای مختلف آن آمده باشد (۱)

بعلاوه به مفهوم هر عنصری است که بصورت فله جابجا می شود در محدوده طبقه بندی (IMDG) نیامده اما در ارتباط با الزامات (IMO) (سازمان بین المللی کشتیرانی) در کد ساختار و تجهیزات کشتیهای حامل مواد شیمیایی خطرناک فله، کد کشتیهای حامل گازهای مایع بصورت فله یا ضمیمه B از IMO در ارتباط با کد عملیات ایمنی برای کالاهای جامد فله بوده و مادامی که این عنصر دارای خطر برای مناطق و محیط زیست بندری باشد.

مواد و روشها :

این مقاله یک مقاله پژوهشی می باشد و هدف از آن بررسی متدها و روشهای نگهداری و حمل و نقل ایمن مواد پرتوزا در بنادر می باشد. برای تدوین این مقاله بررسی زیادی از منابع مرتبط صورت گرفته که از جمله میتوان به ژورنال (Safety Series) و (Safe Transport of Radioactive Material Training Course)

انتشارات آژانس بین المللی انرژی اتمی، مصوبات کمیته بین المللی ایمنی دریانوردی (IMQ) و کتب منتشره توسط امور حفاظت در برابر اشعه سازمان انرژی اتمی اشاره نمود.

یافته ها:

از اوائل دهه ۱۹۶۰ با ایجاد فن آوریهای جدید تقاضا برای استفاده از رادیوایزوتوپها در سطح جهان فزونی یافت. تولیدکنندگان و استفاده کنندگان رادیوایزوتوپها بزودی دریافتند که حمل مواد از مراکز تولید به مصرف، مسائل و مشکلات پیش بینی نشده ای بوجود آورده و لازم است این کار تحت مقررات خاصی از نظر ایمنی انجام گیرد. برای گریز از مشکلات تا سال ۱۹۵۹ میلادی مقرراتی که به وسیله دولت آمریکا وضع شده بود توسط کشورهای مختلف مورد استفاده قرار می گرفت. اولین مجموعه مقررات حمل و نقل مواد پرتوزا تحت عنوان (Regulations for the safe transport of Radioactive Material) در سال ۱۹۶۱ میلادی پس از تدوین توسط کارشناسان کشورهای مختلف در آژانس بین المللی انرژی اتمی، انتشار یافت.

حمل و نقل مواد پرتوزا: عبارت از مجموعه عملیاتی است که جهت جابجایی رادیوایزوتوپها، پسمانهای پرتوزا و محموله های چرخه سوخت هسته ای انجام گرفته و کلیه عملیات طراحی، ساخت، آماده سازی بسته ها، نگهداری و انبار داری مواد پرتوزا را در طول حمل در شرایط عادی و هنگام حادثه (سانحه) در بر می گیرد. پیش بینی شده است که سالانه بین هیجده تا چهل میلیون بسته مواد پرتوزا در سراسر جهان جابجا می شود. این بسته ها از کانتینرهای کوچک محتوی رادیوایزوتوپها تا محموله های سنگین و بزرگ محتوی پسمانها و سوختهای مصرف شده را شامل می شود که جابجایی آنها نیاز مند پیش بینی تمهیدات خاص است هم اکنون آژانس بین المللی انرژی اتمی متصدی تهیه و اجرای مقررات ویژه جهت حمل مواد پرتوزا است ولی حمل و نقل مواد را سازمانهای دیگری انجام می دهند. تعدادی از این سازمانها آژانس های تخصصی هستند که زیر چتر کمیسیون اجتماعی اقتصادی سازمان ملل (ECOSOC) فعالیت می کنند و از نظر بین المللی مسئولیت حمل مواد به عهده آنهاست. از جمله این سازمانها عبارتند از سازمان بین المللی کشتیرانی (IMO)، سازمان بین المللی هوانوردی (IATA)، اتحادیه جهانی پست (UPU) و سازمانهای حمل و نقل زمینی.

دوکار مهم این کمیسیون دسته بندی کالاهای خطرناک و تهیه برچسب مناسب جهت علامت گذاری آنهاست.

پیراساس مقررات آژانس، مواد رادیواکتیو جهت حمل باید به گونه ای بسته بندی شوند که در برابر خطرات احتمالی ناشی از نقل و انتقال در شرایط عادی و حادثه حفاظت آنها پیش بینی و تضمین شود. مقررات فوق بادر نظر گرفتن موارد زیر وضع شده است:

۱- احتمال پخش مواد پرتوزا و پرتوگیری مردم در طول عملیات حمل و نقل وجود دارد و پیامدهای آن باید پیش بینی شود.

۲- بسته های حاوی مواد رادیواکتیو، پرتوزاهستند و امکان پرتوگیری مردم و کارکنان در طول حمل وجود دارد.

۳- در حمل مواد قابل شکافت احتمال واکنش زنجیره ای در داخل بسته وجود دارد.

۴- خطر افزایش درجه حرارت در سطح بسته و از بین رفتن آن بر اثر حرارت زیاد امکان پذیر است. برای جلوگیری از بروز خطرات فوق، موارد ذیل در مقررات حمل و نقل در نظر گرفته شده است:

۱- بسته باید دارای استحکام کافی باشد و مقدار و طبیعت ماده رادیواکتیو داخل آن متناسب با کیفیت بسته و درخور آن در نظر گرفته شود.

۲- میزان درز باید در سطح بسته با استفاده از حفاظ مناسب محدود شود.

۳- در صورت حمل مواد قابل شکافت، سازماندهی مواد در داخل بسته به گونه ای باشد که از ایجاد واکنش زنجیره ای جلوگیری شود.

۴- باطراحی مناسب لازم است درجه حرارت سطح بسته از حد معینی تجاوز نکند و بسته در مقابل حرارت مقاوم باشد.

ضمناً در بسته بندی مواد رادیواکتیو باید شرایط ویژه ای رعایت شود بطوری که طراحی بسته ها به گونه ای باشد که با توجه به وزن، حجم و شکل آن به راحتی و با اطمینان حمل شود و مقاومت لازم را در برابر شرایط جوی، ضربه، فشار و... داشته باشد. علاوه بر آن باید امکان خروج مواد پرتوزا از بسته وجود نداشته باشد.

انواع مواد پرتوزا

بطور کلی مواد پرتوزایی که در سطح جهان جابجا می شوند در شش گروه ذیل قرار می گیرند:

۱- مواد آزاد یا مستثنی

۲- سنگهای معدنی اورانیوم و نمک های تغلیظ شده آنها، سوخت تازه و هگزافلوراید اورانیوم.

۳- پسمانهای پرتوزای سطح پایین .

۴- رادیو ایزوتوپها، ژنراتورهای تکنسیوم .

۵- چشمه های صنعتی .

۶- سوختهای مصرف شده .

انواع بسته بندی مواد پرتوزا

از نظر مقررات، نوع بسته بندی برای انتقال مواد پرتوزا وجود دارد:

۱- بسته های آزاد یا مستثنی

۲- بسته های صنعتی

۳- بسته های نوع A

۴- بسته های نوع B

- بسته های آزاد یا مستثنی

بسته هایی هستند محتوی مقدار محدودی ماده پرتوزا با خطرات رادیولوژیکی بسیار محدود . این محدودیت به نوع ماده پرتوزا بستگی دارد . معروف ترین نوع این بسته ها معرف های کلینیکی هستند که اصطلاحاً به آنها کیت گفته می شود . مانند کیت های ید ۱۲۵ که پرتوزایی آنها به ندرت از ۵۰ میکرو سیورت تجاوز میکند . روی این کیتها کلمه RADIOACTIVE به گونه ای آشکار نوشته شده است .

- بسته های صنعتی

این بسته ها برای حمل مواد با پرتوزایی ویژه کم (Low Specific Activity) و یا لوازم آلوده (Surface Contaminated Object) مورد استفاده قرار می گیرند . سه نوع بسته (IP-1, IP-2, IP-3) برای حمل اینگونه مواد در نظر گرفته شده که متداولترین آنها بشکه ها و ظروف ساخته شده از استیل لس استیل است . بیشترین ماده ای که در این ظروف حمل می شوند پسمانهای با پرتوزایی ویژه کم و سوخت های مصرف شده هستند . برای برخی مواد مانند سنگهای معدنی اورانیوم و توریم و اورانیوم تهی شده (depleted Uranium) مقدار ماده پرتوزایی که در بسته حمل می شود محدودیتی ندارد ولی در مورد موادی مانند پسمانهای پرتوزا مقدار پرتوزایی بسته محدود است .

- بسته نوع A

متداولترین نوع بسته در حمل و نقل مواد پرتوزا هستند. در طراحی و ساخت این نوع بسته ها مسائل ایمنی و اقتصادی هر دو در نظر گرفته می شوند و علاوه بر مقرراتی که در حالت کلی وجود دارد، این بسته ها تحت آزمایشهای خاصی از نظر استحکام و مقاومت قرار می گیرند. فرض بر آن است که این بسته ها در حوادث شدید آسیب می بینند و بخشی از محتویات آنها بیرون می ریزد. این نوع بسته ها جهت حمل رادیوداروها و رادیوایزوتوپهای تحقیقاتی مورد استفاده فراوان قرار می گیرند و یکی از معروفترین نمونه آنها ژنراتورهای تکنسیوم ۹۹ است.

- بسته نوع B

بسته های نوع (B) جهت جلوگیری از رهاسدن مواد در تصادفات شدید و برای مواردی که مقدار ماده پرتوزا بیشتر از بسته های دیگر باشد، استفاده می شوند. این بسته ها تحت مجوز مقامات مسئول هر کشور (competent Authority) ساخته می شوند و آزمایشهای مختلفی جهت برآورد مقاومت و استحکام آنها انجام می گیرد. چنانچه این بسته ها توسط مقامات مسئول کشور مبدا تایید شوند با علامت B(U) مشخص می شوند. اگر این بسته ها را مقامات مسئول کشور مقصد نیز تایید کرده باشند علامت B(M) دارند. این بسته ها شامل کانتینر های کوچک جهت حمل چشمه ها، فلاسکها و کاسکهای بزرگ جهت حمل پسمانها و سوختهای مصرف شده می باشند.

طبقه بندی و علامت گذاری بسته :

به جز بسته های آزاد که روی آنها فقط کلمه Radio Active نوشته می شود سایر بسته ها برحسب میزان یا غلظت ماده در سطح بسته و اندیس انتقال، طبقه بندی و به صورت زیر برچسب زده می شوند:

طبقه I- برچسب سفید: در صورتیکه معادل غلظت ماده (Dosis) در سطح بسته از ۵ میکروسیورت در ساعت تجاوز نکند و اندیس انتقال صفر باشد.

طبقه II- برچسب زرد با دوخط قرمز: در صورتیکه میزان معادل غلظت ماده در سطح بسته از ۰/۵ میلی سیورت در ساعت و اندیس انتقال از ۱ تجاوز نکند.

طبقه III- برچسب زرد با سه خط قرمز: در صورتیکه میزان غلظت ماده در سطح بسته از ۲ میلی سیورت و اندیس انتقال از ۱۰ تجاوز نکند.

برای بسته هایی که به صورت اختصاصی (Exclusive) حمل می شوند میزان غلظت ماده در سطح بسته می تواند تا ۱۰ میلی سیورت برسد و اندیس انتقال محدودیت ندارد.

جداسازی مواد رادیواکتیو از اشخاص:

محدودیت اشعه که افراد در معرض آن قرار می گیرند باید بر اساس حداکثر اندازه سالانه معادل محدوده ۰/۵ رم پیشنهاد شده توسط کمیسیون بین المللی حفاظت رادیولوژیکی (ICRP) برای عموم باشد. فاصله محل انبار کردن بسته یا کانتینر های با برچسب زرد با محلی که اشخاص در آن رفت و آمد دارند نباید از حداقل فاصله اشاره شده در جدول (۱) کمتر باشد. مگر اقداماتی انجام شود که با استفاده از تجهیزات مناسب به روشنی مشخص شود که سطح اشعه متصاعد شده در تمام نقاط درون این محل کمتر از ۰/۷۵ میلی رم در ساعت باشد. اگر بسته یا کانتینر در انبار خاصی نباشد در محدوده ای که در جدول (۱) تعیین شده باید دارای مانع یا علامت گذاری باشد.

جدول (۱) - جداسازی بسته های با برچسب زرد از اشخاص

شاخص مجموع حمل و نقل
جداسازی به متر
تاه

فاصله	
۴	
۶	بیشتر از ۵ تا ۱۰
۸	بیشتر از ۱۰ تا ۲۰
۱۰	بیشتر از ۲۰ تا ۳۰
۱۲	بیشتر از ۳۰ تا ۴۰
۱۳	بیشتر از ۴۰ تا ۵۰
۱۸	بیشتر از ۵۰ تا ۱۰۰
۲۲	بیشتر از ۱۰۰ تا ۱۵۰
۲۶	بیشتر از ۱۵۰ تا ۲۰۰

ورود به داخل انبار خاص یا محوطه علامت گذاری شده فقط به منظور انجام وظائف اساسی بوده و زمان سپری شده درجابجایی کانتینر ها یا بسته ها باید به حداقل لازم برسد. اگر دفعات انبار کردن بسته ها یا کانتینر ها در محل طوری باشد که اشخاص بصورت میانگین درسال بیشتر از ده ساعت در هفته درمحدوده انبار خاص یا منطقه علامت گذاری شده که چنین بسته ها یا کانتینرهایی در آن قرار دارند بمانند، اقدامات شدیدتری باید اعمال شود (احتمالاً شامل کنترل میزان اشعه دریافتی با دزیمترهای شخصی)

با توجه به آنکه این ضوابط شاید در تمام کشورها اجرا نشود، ممکن است لازم باشد که مطابق با دستورالعملهای تنظیم شده توسط مسئول ذی صلاح ملی عمل گردد.

جداسازی بمنظور اجتناب از شرایط بحرانی :

بسته یا کانتینرهایی از انواع خاص شامل مواد شکافته شدنی باید طوری انبار شود که از شرایط خطر بحرانی جلوگیری شود. تمام این بسته ها یا کانتینر ها حامل یک برچسب زرد هستند تا شاخص حمل و نقل را نشان دهند که به طور خاص تعیین شده تا وسایل کنترل لازم را ارائه دهند. مقررات ذیل به تمام بسته ها یا کانتینر های دارای برچسب زرد اعمال می شود:

الف: بجز آنچه در قسمت (ب) آمده است، تعداد بسته ها یا کانتینر های دارای برچسب زرد که باهم انبار می شوند باید طوری محدود شوند که مجموع تعداد شاخص های حمل و نقل از ۵۰ بیشتر نشود.

ب: در صورت وجود کانتینر بزرگ و در شرایط بار کامل، مجموع تعداد شاخصهای حمل و نقل ممکن است از ۵۰ بیشتر شود مشروط براینکه میزان اشعه از ۲۰۰ میلی رم در ساعت در هر نقطه و ۱۰ میلی رم در ساعت در ۲ متر از سطح بیرونی کانتینر بیشتر نشود و تعداد مجاز مواد شکافته شدنی بسته های طبقه ۲ یا ۳ در هر یک از کانتینر های بزرگ بیشتر نشود.

ج: فاصله کامل ۶ متری باید بین ردیف های بسته ها یا کانتینر ها باشد.

این قانون بدون در نظر گرفتن دیوارها یا سقفها باید اعمال شود. مانعی در فضاهای مابین برای استفاده در انبار کردن سایر کالاها نیست.

آزمایش بسته ها

به منظور تعیین مقاومت بسته ها باید آزمایشهایی روی آنها انجام گیرد. برخی آزمایشها برای تایید مقاومت بسته در شرایط عادی حمل و نقل است که در مورد بسته های نوع A و B هر دو انجام می گیرد. این آزمایشها عبارتند از:

۱- آزمایش دوش آب: بسته به مدت یک ساعت زیر دوش آب معادل بارانی به شدت ۵ سانتیمتر در ساعت قرار میگیرد. در این حالت نباید آب درون آن نفوذ کند.

۲- آزمایش سقوط آزاد: بسته از فاصله ۰/۵ تا ۱/۲ متری (و برای بسته های حاوی مایع و گاز از ۹ متری) روی یک هدف سخت رها می شود بسته نبایست صدمه ببیند.

۳- آزمایش فشار: بسته به مدت ۲۴ ساعت زیر وزنه ای معادل ۵ برابر وزن خود قرار داده می شود و نباید آسیب ببیند.

۴- آزمایش نفوذ: بسته روی یک سطح افقی قرار داده می شود و میله ای به قطر ۳۲ میلی متر که انتهای آن به شکل نیم کره و وزن آن ۶ کیلوگرم است روی ضعیف ترین قسمت آن رها می شود. در این صورت میله نباید به داخل بسته نفوذ کند.

علاوه بر آزمایش های فوق آزمایشهای دیگری نیز روی بسته های نوع B انجام میگیرد.

۵- آزمایش های مکانیکی: هر بسته تحت دو نوع آزمایش قرار می گیرد. در یک آزمایش بسته از فاصله ۹ متری روی یک هدف افقی سقوط می کند و در آزمایش دیگر بسته از فاصله یک متری روی یک میله استیل به قطر ۱۵ سانتیمتر که داخل زمین نصب شده رها می شود.

۶- آزمایش حرارت: در این آزمایش بسته در حرارت ۸۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ دقیقه قرار داده می شود تا قسمتهای قابل اشتعال آن بطور کامل سوخته و خودبه خود خاموش شود.

۷- آزمایش غوطه وری: در این آزمایش، اغلب بسته هایی که سوخت مصرف شده در آنها حمل می شود در عمق ۱۵ متری آب به مدتی که نباید کمتر از ۸ ساعت باشد، قرار داده می شوند. برخی از این بسته ها در عمق ۲۰۰ متری به مدت یک ساعت قرارداده می شوند در این حالت نباید آب در آنها نفوذ کند.

بارنامه:

آگاهی از وجود مواد پرتوزا در یک محموله برای خدمه حمل وسایر اشخاص به دلایل متعددفوق العاده مهم است. این موضوع به ویژه برای تیم خدمات اضطراری در هنگام وقوع حادثه اهمیت حیاتی دارد. برخی اطلاعات که لازم است به صورت ثبت شده در فرمهای مربوطه به عنوان مدرک با محموله باشد عبارتند از:

- ۱- اسم بار که معرف شکل کلی ماده است.
- ۲- کلمه RADIOACTIVE (اگر در اسم بار ذکر نشده است)
- ۳- نام و یا علامت اختصاری رادیونوکلئیدهای داخل بسته
- ۴- شکل فیزیکی و شیمیایی ماده
- ۵- کل رادیو پرتوزایی موجود در بسته
- ۶- طبقه بندی بسته
- ۷- اندیس انتقال
- ۸- نوع بسته
- ۹- هر نوع اطلاعات دیگری که به نظر ضروری می رسد به ویژه در مورد بسته های نوع B

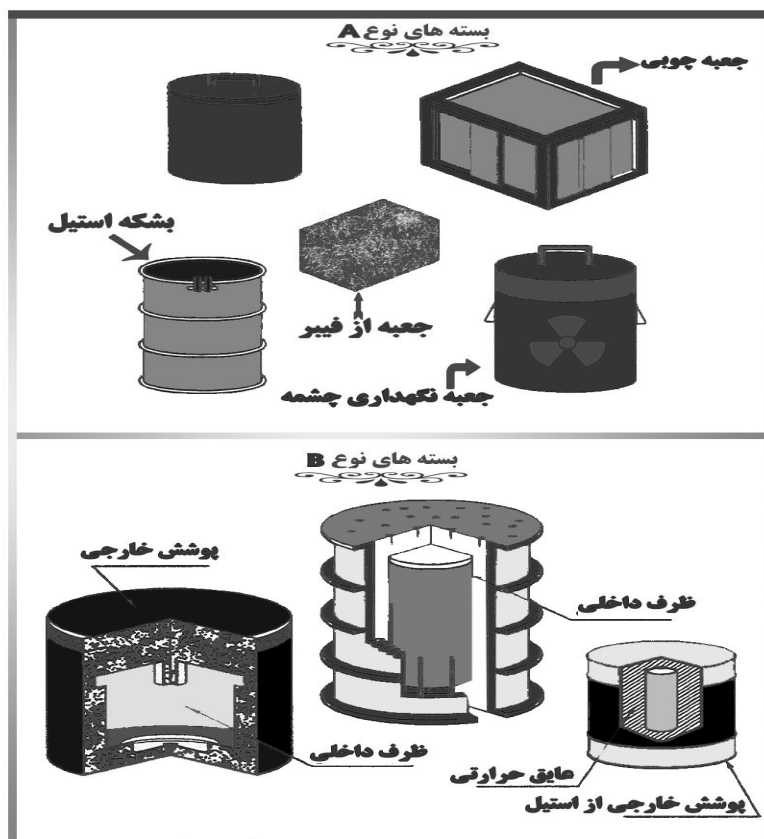
نتیجه گیری:

باتوجه به مطالب عنوان شده می توان به نتایج زیر دست یافت:

- به جهت اهمیت فوق العاده حمل و نقل و انبارداری مواد پرتوزا و تاثیر آن در سلامت کارکنان شاغل در این بخش نیاز به جمع آوری، تدوین و استفاده استانداردهای مربوطه در این زمینه می باشد.
- آموزش پرسنل شاغل در این بخش امر بسیار مهمی است که می بایست به آن پرداخته شود. (برگزاری دوره های آموزشی ویژه جهت مسئولین ایمنی اداره بنادر از سوی سازمان و برگزاری کلاسهای آموزشی جهت پرسنل شاغل در بندر از سوی مسئولین واحد ایمنی)
- هماهنگی بین بخشی (واحد ایمنی با دیگر واحدها) قبل از ورود کالاهای پرتوزا و نگهداری آنها، نکته بسیار مهمی است که باید به آن پرداخته شود.
- به نظر می رسد جهت کنترل اوضاع در بنادر به هنگام وقوع شرایط بحرانی، برگزاری مانورهای عملیاتی، بین بخشهای مربوطه لازم است.

- واحد ایمنی مستقر در اداره بنادر لازم است به وسایلی از قبیل دزیمترهای مخصوص اندازه گیری میزان اشعه موجود در محیط و ۰۰۰ مجهز باشند تا در زمان ورود و نگهداری این نوع کالاها آنها را کنترل نمایند.

- تعیین محل مناسب و ایمن جهت نگهداری و انبار نمودن این نوع بسته ها فاکتور بسیار مهمی در رسیدن به اهداف مورد نظر و تامین امنیت می باشد.



ضمیمه ۱: انواع بسته ها







ضمیمه ۲: علائم هشدار دهنده بسته های نگهداری رادیواکتیو
مراجع:

1-Regulations for the safe Transport of Radioactive Material, Safety Series No 6 , IAEA 1988.

2- Safe Transport of Radioactive Material Training Course Series No. 1, IAEA 1991.

۳- غیاثی نژاد، مهدی وکاتوزی ، مهران ،دروس عمومی حفاظت در برابر اشعه ،تهران ،دریبد
۱۳۸۲،

۴- مصوبات کمیته بین المللی ایمنی دریانوردی، ۱۹۸۳