

نشریه دانشکده علوم، جلد یازدهم، شماره ۱ و ۲، بهار و تابستان ۱۳۵۸

مقایسه روش‌های متداول برای اندازه‌گیری

تریتیم آب دریا

دکتر محمد رضا حمیدیان

گروه فیزیک - دانشکد علوم

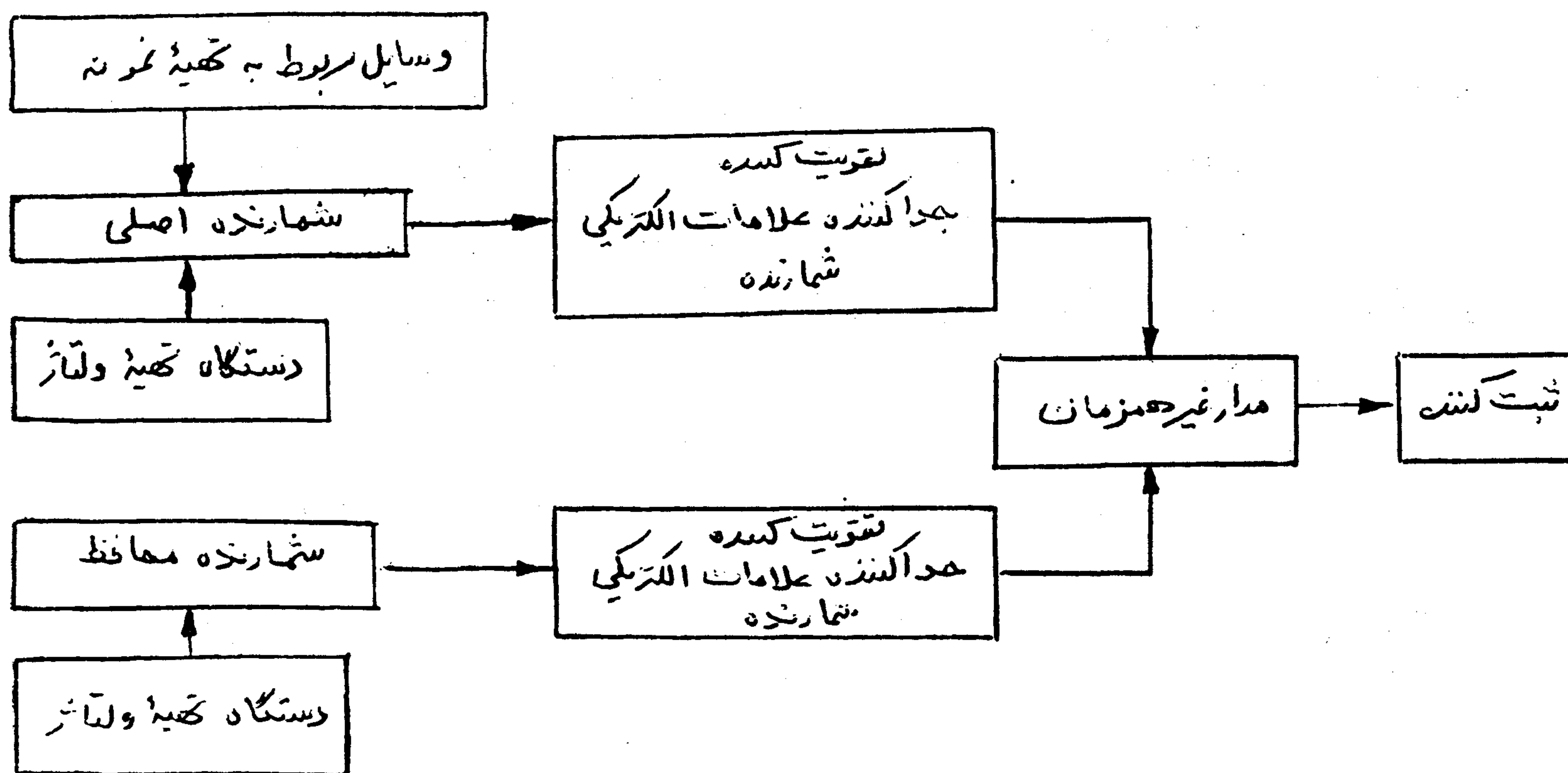
مقدمه - تریتیم یک عنصر رادیواکتیو بتا بانیمه عمره ۳/۲ سال می‌باشد که بطور مداوم در طبقات بالای اتمسفر زمین بوجود می‌آید. ایجاد تریتیم بطور مصنوعی در نتیجه واکنش‌های هسته‌ای است که تابش‌های کیهانی با اتمسفر زمین دارند، ^{12}C (n, t), ^{14}N (n, t) و $^{2\text{H}}$ (n, t). ^{16}O

تریتیم پس از بوجود آمدن فوراً بصورت H_2O اکسید گردیده و ضمن مخلوط شدن با مولکولهای آب اتمسفر، در واکنش‌های شیمیائی زمین شرکت می‌نماید. میزان بوجود آمدن و تجزیه تریتیم در آتمسفر متعادل در نظر گرفته می‌شد و بعلت تراکم بسیار ناچیز تریتیم بالای اتمسفر چندین برابر افزایش پیدا بوده است. با انفجار بمب هسته‌ای در سال ۱۹۵۴ میزان تریتیم بالای اتمسفر چندین برابر افزایش پیدا کرده است و مسلماً انفجارات بعدی منجر به افزایش بیشتر شده و خواهد شد. این عنصر در واکنش‌های هسته‌ای فوزیون و فیسون بوجود می‌آید. نمونه‌هایی از واکنش‌های هسته‌ای مربوط به انفجار بمب H و بمب A که در آنها تریتیم بوجود می‌آید به ترتیب عبارتند ^{239}Pu (n, f), ^{235}U (n, f), $^{3\text{H}}$, $^{2\text{H}}$ (n, f) و $^{2\text{H}}$ (n, f). بادر نظر گرفتن اینکه نیاز به انرژی الکتریکی از نیروگاههای هسته‌ای روزبروز افزایش پیدا می‌کند و این نیاز را در سال... 2 GWe تخمین می‌زنند مسائل مربوط به افزایش رادیواکتیویته محیط زیست نیز روز بروز جدی‌تر خواهد شد. بدلیل اینکه تریتیم دارای نیمه عمر متوسط بوده و یکی از ایزوتوپهای هیدروژن می‌باشد از لحاظ بیولوژیکی دارای اهمیت خاصی است و افزایش آن در اتمسفر می‌تواند نتایج و خیمی برای مردم دنیا بهمراه داشته باشد. اندازه‌گیری تریتیم بجهت اینکه تابش بتای آن دارای انرژی کم ($E_{\max} = 18\text{ keV}$) است مشکل می‌باشد. نسبت $\frac{T}{H} = 10^{-18}$ را نسبت یا واحد تریتیم (T.R) نامیده و هر واحد تریتیم در یک لیتر آب اکتیویته‌ای برابر با $2/7$ شمارش در دقیقه دارد. بکار بردن سیستم شمارنده سنتیلاسیون مایع و سیستم شمارنده گازی از روش‌های متداول برای شمارش اکتیویته‌های

کم تریتیم می باشد که در زیر با اختصار بشرح آنها می پردازیم.

سیستم شمارنده گازی

محفظه گاز بشکل استوانه بوده و معمولاً کار آن در ناحیه شمارندهای تناسبی می باشد. مانند تمام اندازه گیری های مربوط به انرژی های پایین در اینجا نیز شمارش داخلی مطرح است یعنی نمونه (آب که اندازه گیری تریتیم آن موردنظر است) بصورت هیدروژن، متان و یا اتان در می آید و گاز داخل محفظه شمارنده را تشکیل می دهد. برای کاهش شمارش زمینه مربوط به تابش های کیهانی اطراف محفظه شمارنده را یک محفظه گازی دیگر بنام شمارنده محافظ می پوشاند (گاهی بجای یک محفظه چندین محفظه در اطراف شمارنده اصلی قرار می گیرد). گاز داخل محفظه مشابه گاز محفظه اصلی ولی فاقد تریتیم است، شمارنده محافظ نیز در ناحیه تناسبی کار می کند. علامات الکتریکی شمارنده اصلی و شمارنده محافظ به مدار الکترونیکی غیرهم زمان متصل می گردند که بدین ترتیب شمارش زمینه بمقدار قابل توجهی کاهش می یابد. علاوه بر این، اطراف سیستم اندازه گیری با جیوه بسیار خالص و حفاظت سریع پوشانده می شود تا اثرات مربوط به تابش های کیهانی هرچه بیشتر کاهش پیدا نماید. شکل (۱) دیاگرام سیستم شمارنده گازی را نشان می دهد.

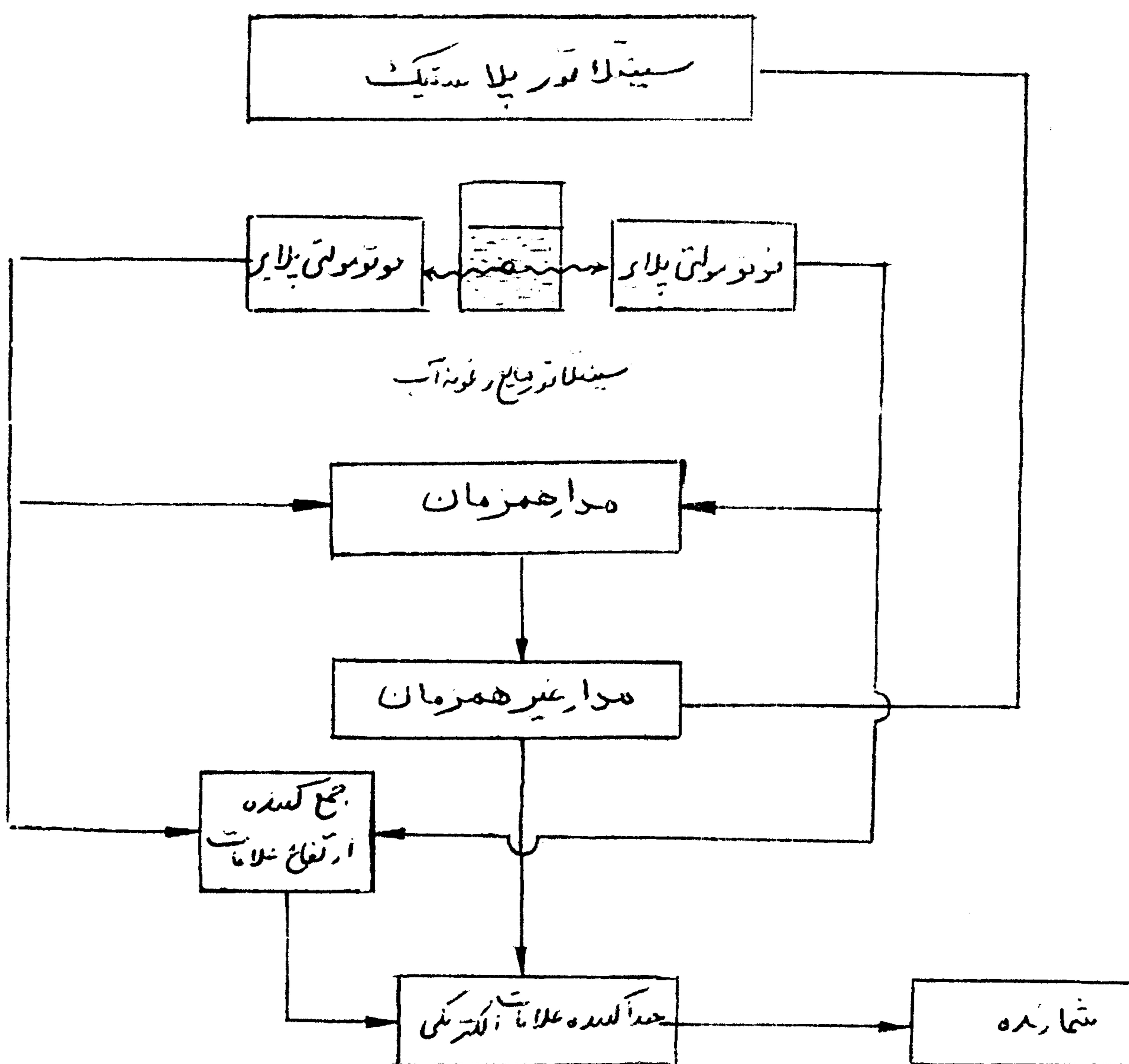


شکل (۱) دیاگرام سیستم شمارنده گازی

سیستم شمارنده سنتیلاسیون مایع

قسمت های مختلف این سیستم اندازه گیری بوسیله شکل (۲) نشان داده شده است. نمونه آب باستیلاتور مایع مخلوطی باشد، در این تجربیات از دو نوع سنتیلاتور مایع استفاده شده است. «Aquazol - 2» و «Dotaito Scintizol - 500» ساخته شده توسط «New England Nuclear» که بوسیله کمپانی ژاپنی «Dojin» ساخته می شود. سنتیلاتور نوع اول دارای ۱٪ راندمان بیشتر و

قیمت دوباره نسبت به نوع دوم می‌باشد. بطوریکه از شکل (۲) ملاحظه می‌شود اتحاد علامات الکتریکی از دو لامپ فتوولتی پلایر به مدار هم‌زمان از یکطرف و اتصال علامات الکتریکی مدار هم‌زمان و علامات الکتریکی حاصل از سنتیلاتور پلاستیک به مدار غیرهم‌زمان، از طرف دیگر، نتیجه به کاهش شمارش زبهنه می‌گردد. علاوه بر این نیز سیستم اندازه‌گیری از سرب با ضخامت ذیبتاب زیاد پوشیده شده باشد. اندازه‌گیری‌های مربوط به این گزارش با شمارنده سنتیلاتیون مایع اجرا گردید. در این اندازه‌گیری‌ها مقدار تریتیم ۱۴ نمونه آب دریای اطراف جزیره کیوشو تعیین گردید.*



شکل ۲- دیاگرام سیستم شمارنده سنتیلاتیون مایع

اینک نتایج بدست آمده را با نتایج مربوط به یک شمارنده گازی، که در نوع خود پیشتر فرازه می‌باشد و اندازه‌گیری‌های آن قبل در همین دپارتمان اجرا گردیده است (۱) از جنبه‌های مخزن‌ان مورد مقایسه قرار می‌دهیم.

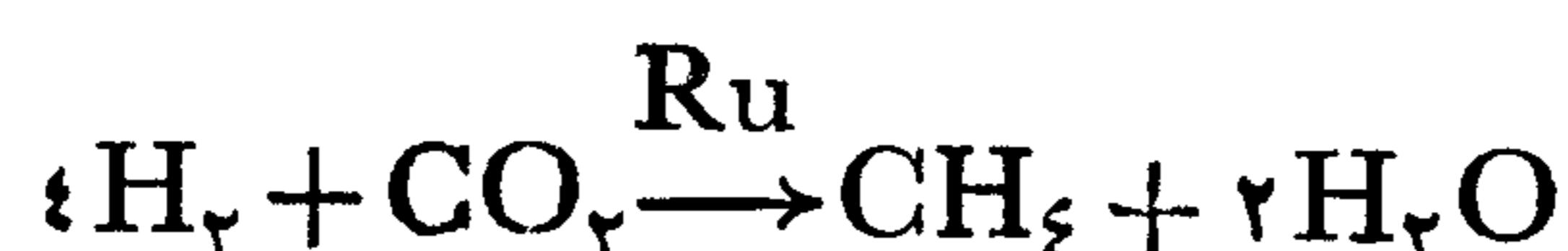
* این اندازه‌گیری در دپارتمان رادیوشیمی دانشکده علوم دانشگاه کیوشو - ژاپن انجام گرفت، در اینجا لازم میدانم از امکاناتی که این دپارتمان در اختیار قرار داده قدردانی نمایم.

۱- میزان توانائی سیستم اندازه‌گیری^۱ (FM)

میزان توانائی وسیله‌اندازه‌گیری با رابطه $FM = \frac{(EV)^2}{B}$ داده شود که E برابر راندمان، V حجم نمونه و B شمارش زمینه می‌باشد. معمولاً میزان توانائی شمارنده‌های گازی برای اندازه‌گیری ترتیبیم آب بزرگتر از شمارنده‌ای سنتیلاسیون مایع در نظر گرفته می‌شود، ولی بطوریکه از بحث زیر نتیجه خواهد شد می‌توان گفت که میزان توانائی در سیستم‌های اندازه‌گیری جدید سنتیلاسیون مایع قابل مقایسه با سیستم‌های گازی است. اگر حجم استوانه شمارنده گازی دو لیتر واگاز هیدرژن با فشار یک اتمسفر پرشده باشد تعداد مولکولهای هیدرژن برابر خواهد بود با :

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{1 \times 2}{0.082 \times 290} = 0.084 \text{ مول (گرم)}$$

و حجم نمونه‌آبی که این مقدار هیدرژن از آن بدست می‌آید برابر است با (میلی لیتر) $1/0 = 0.84 \times 18 = 15.12 \text{ میلی لیتر}$ در صورتیکه شمارنده از گاز CH_4 یا C_2H_6 پرشود حجم نمونه آب که برای تهیه دولیتر گاز بکار می‌رود را با توجه به واکنش شیمیائی زیر بدست می‌آوریم



که بدین ترتیب باید مولکولهای آب واکنش را به CH_4 تبدیل نمائیم که کار نسبتاً دشواری است. حجم نمونه آب در اینحالت برابر است با : (میلی لیتر) $3 - 0.1 \times 2 = 0.2 \text{ میلی لیتر}$ برای تهیه اتان واکنش شیمیائی عبارتست :



بطوریکه ملاحظه می‌شود در هر دو واکنش ابتدا نمونه آب باید به هیدرژن تبدیل گردد. یا دآوری می‌شود که از CH_4 اتم هیدرژن در اتان فقط ۴ اتم آن مربوط به نمونه آب است، بنابراین حجم آب مانند حالت متان برابر ۳ میلی لیتر می‌باشد. ضمناً در حالت اخیر تهیه C_2H_4 بدون ترتیبیم خالی از اشکال نیست. با در نظر گرفتن اینکه راندمان شمارنده‌های گازی برای ترتیبیم نزدیک به ۱۰۰٪ و شمارش زمینه یک شماره در دقیقه می‌باشد می‌توان متدار FM را برای گازهای هیدرژن، متان و اتان محاسبه نمود :

$$(FM)_{H_2} = 2200 \quad (FM)_{CH_4} \approx (FM)_{C_2H_6} = 9000$$

در مورد شمارنده سنتیلاسیون مایع که در این تجربیات مورد استفاده قرار گرفت، حجم نمونه آب $0.5 \text{ میلی لیتر} = 0.005 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 0.005 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 0.005 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 0.01 \text{ میلی لیتر} = 0.01 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 0.01 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 0.01 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 0.02 \text{ میلی لیتر} = 0.02 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 0.02 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 0.02 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 0.04 \text{ میلی لیتر} = 0.04 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 0.04 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 0.04 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 0.08 \text{ میلی لیتر} = 0.08 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 0.08 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 0.08 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 0.16 \text{ میلی لیتر} = 0.16 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 0.16 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 0.16 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 0.32 \text{ میلی لیتر} = 0.32 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 0.32 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 0.32 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 0.64 \text{ میلی لیتر} = 0.64 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 0.64 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 0.64 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 1.28 \text{ میلی لیتر} = 1.28 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 1.28 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 1.28 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 2.56 \text{ میلی لیتر} = 2.56 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 2.56 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 2.56 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 5.12 \text{ میلی لیتر} = 5.12 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 5.12 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 5.12 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 10.24 \text{ میلی لیتر} = 10.24 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 10.24 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 10.24 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 20.48 \text{ میلی لیتر} = 20.48 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 20.48 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 20.48 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 40.96 \text{ میلی لیتر} = 40.96 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 40.96 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 40.96 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 81.92 \text{ میلی لیتر} = 81.92 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 81.92 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 81.92 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 163.84 \text{ میلی لیتر} = 163.84 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 163.84 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 163.84 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 327.68 \text{ میلی لیتر} = 327.68 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 327.68 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 327.68 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 655.36 \text{ میلی لیتر} = 655.36 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 655.36 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 655.36 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 1310.72 \text{ میلی لیتر} = 1310.72 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 1310.72 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 1310.72 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 2621.44 \text{ میلی لیتر} = 2621.44 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 2621.44 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 2621.44 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 5242.88 \text{ میلی لیتر} = 5242.88 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 5242.88 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 5242.88 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 10485.76 \text{ میلی لیتر} = 10485.76 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 10485.76 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 10485.76 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 20971.52 \text{ میلی لیتر} = 20971.52 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 20971.52 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 20971.52 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 41943.04 \text{ میلی لیتر} = 41943.04 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 41943.04 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 41943.04 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 83886.08 \text{ میلی لیتر} = 83886.08 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 83886.08 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 83886.08 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 167772.16 \text{ میلی لیتر} = 167772.16 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 167772.16 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 167772.16 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 335544.32 \text{ میلی لیتر} = 335544.32 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 335544.32 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 335544.32 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 671088.64 \text{ میلی لیتر} = 671088.64 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 671088.64 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 671088.64 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 1342177.28 \text{ میلی لیتر} = 1342177.28 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 1342177.28 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 1342177.28 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 2684354.56 \text{ میلی لیتر} = 2684354.56 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 2684354.56 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 2684354.56 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 5368709.12 \text{ میلی لیتر} = 5368709.12 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 5368709.12 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 5368709.12 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 10737418.24 \text{ میلی لیتر} = 10737418.24 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 10737418.24 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 10737418.24 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 21474836.48 \text{ میلی لیتر} = 21474836.48 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 21474836.48 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 21474836.48 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 42949672.96 \text{ میلی لیتر} = 42949672.96 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 42949672.96 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 42949672.96 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 85899345.92 \text{ میلی لیتر} = 85899345.92 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 85899345.92 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 85899345.92 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 171798691.84 \text{ میلی لیتر} = 171798691.84 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 171798691.84 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 171798691.84 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 343597383.68 \text{ میلی لیتر} = 343597383.68 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 343597383.68 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 343597383.68 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 687194767.36 \text{ میلی لیتر} = 687194767.36 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 687194767.36 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 687194767.36 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 1374389534.72 \text{ میلی لیتر} = 1374389534.72 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 1374389534.72 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 1374389534.72 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 2748779069.44 \text{ میلی لیتر} = 2748779069.44 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 2748779069.44 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 2748779069.44 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 5497558138.88 \text{ میلی لیتر} = 5497558138.88 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 5497558138.88 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 5497558138.88 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 10995116277.76 \text{ میلی لیتر} = 10995116277.76 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 10995116277.76 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 10995116277.76 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 21990232555.52 \text{ میلی لیتر} = 21990232555.52 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 21990232555.52 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 21990232555.52 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 43980465111.04 \text{ میلی لیتر} = 43980465111.04 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 43980465111.04 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 43980465111.04 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 87960930222.08 \text{ میلی لیتر} = 87960930222.08 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 87960930222.08 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 87960930222.08 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 175921860444.16 \text{ میلی لیتر} = 175921860444.16 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 175921860444.16 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 175921860444.16 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 351843720888.32 \text{ میلی لیتر} = 351843720888.32 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 351843720888.32 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 351843720888.32 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 703687441776.64 \text{ میلی لیتر} = 703687441776.64 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 703687441776.64 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 703687441776.64 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 1407374883553.28 \text{ میلی لیتر} = 1407374883553.28 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 1407374883553.28 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 1407374883553.28 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 2814749767106.56 \text{ میلی لیتر} = 2814749767106.56 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 2814749767106.56 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 2814749767106.56 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 5629499534213.12 \text{ میلی لیتر} = 5629499534213.12 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 5629499534213.12 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 5629499534213.12 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 11258999068426.24 \text{ میلی لیتر} = 11258999068426.24 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 11258999068426.24 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 11258999068426.24 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 22517998136852.48 \text{ میلی لیتر} = 22517998136852.48 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 22517998136852.48 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 22517998136852.48 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 45035996273704.96 \text{ میلی لیتر} = 45035996273704.96 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 45035996273704.96 \text{ میلی لیتر حجم نمونه آب} + 45035996273704.96 \text{ میلی لیتر حجم سنتیلاسیون مایع} = 90071992547409.92 \text{ میلی لیتر} = 90071992547409.92 \text{ میلی لیتر حجم محفظه} = 90071992547409.92 \text{$

زمینه شمارنده معین می‌شود. در شمارنده‌ای که شمارش در دقیقه‌ای برابر C از نمونه می‌دهد، و شمارش زمینه آن B است، انحراف آماری استاندارد در میزان شمارش خالص نمونه در طول زمان ۱ برابر است^(۵) با :

$$\sigma^2_C = \sigma^2_{C+B} + \sigma^2_B = \frac{(C+B)}{t} + \frac{B}{t_B}$$

اگر P مقدار درصد انحراف آماری استاندارد نسبی در شمارش خالص نمونه، C ، فرض شود می‌توان نوشت

$$P^2 = \frac{10^4 \sigma^2_C}{C^2} = \frac{10^4}{C^2} \left(\frac{C+B}{t} + B \right)$$

در این رابطه B شمارش زمینه در واحد زمان می‌باشد واز آن :

$$t = 10^4 (C+B)/(P^2 C^2) - 10^4 \sigma^2_B$$

برای شمارنده‌ای که F شمارش بازه هر $T.R$ می‌دهد زمان لازم برای رسیدن به مقدار درجه نسبی P در مورد نمونه‌ای با اکتیویته N مرتبه از $T.R$ برابر است با :

$$t = 10^4 (FN + B)/(P^2 F^2 N^2) - 10^4 \sigma^2_B$$

تغییرات شمارش زمینه در ضمن اندازه‌گیری‌ها ناچیز بوده است، بنابراین می‌توان B را ناچیز در نظر گرفت و زمان اندازه‌گیری را با استفاده از رابطه زیر بدست آورد.

$$t = 10^4 (FN + B)/P^2 F^2 N^2$$

نمونه‌هایی که با شمارنده سنتیلاتور مایع اندازه‌گیری شدند بطور متوسط اکتیویته‌ای برابر با $20.T.R$ داشتند، با انتخاب $P = 0.1$ زمان اندازه‌گیری برابر ۸۱۴ دقیقه بدست می‌آید. در یک شمارنده گازی بسیار خوب $*$ ، $B = 1$ شمارش در دقیقه و $F = 1$ (یک شمارش در دقیقه بازه $0.T.R$) و برای نمونه‌ای با اکتیویته حدود $20.T.R$ ، زمان اندازه‌گیری تقریباً برابر با زمان اندازه‌گیری در مورد شمارنده سنتیلاتور مایع خواهد بود.

۳- آماده نمودن نمونه برای اندازه‌گیری

در شمارنده‌های گازی نمونه‌های آب بعد از تقطیر بصورت گاز ($H_2, CH_4, H_2S, ...$) در می‌آید و این گاز وارد حجم شمارنده می‌گردد. بطور متوسط برای تبدیل هرنمونه به عورت گاز شمارنده، نصف روز وقت لازم است. در صورتیکه در مورد شمارنده سنتیلاتور مایع کافی است نمونه آب را بعد از تقطیر با سنتیلاتور مایع مخلوط نمود و برای اندازه‌گیری در دستگاه قرار داد.

نتیجه گیری :

بطوریکه از آزمایش‌های فوق نتیجه می‌شود برای اندازه‌گیری تریتیم نمونه‌های آب که اکثراً پیته کم دارند، شمارنده‌های جدید سنتیلاتور مایع با شمارش زمینه کم دارای توانائی قابل ستایش با بهترین شمرنده‌های گازی برای اینکار می‌باشند. بعلاوه با در نظر گرفتن اشکالات مربوط به تبدیل نمونه آب به گاز و اینکه زمان آماده نمودن نمونه برای اندازه‌گیری در شمارنده‌های گازی طولانی تر است شمارنده‌های سنتیلاتیون مایع ارجحیت دارند. یادآوری می‌شود در شمارنده سنتیلاتیون مایع که در تهیه این گزارش مورد استفاده قرار گرفت می‌توان پانزده نمونه را هم زمان در دستگاه قرار داد.

* مشخصات مربوط به یکی از بهترین شمارنده‌های گازی که در آزمایشگاه متعلق به آژانس بین‌المللی انرژی اتمی کار می‌کند، برای مقایسه در این گزارش انتخاب گردیده است.

REFERENCES

- 1- Yoshimasa Takashima and Noriyuki Momoshima Measurement of low-level Tritium by gas-counting metho" June 1977, Bult. of Kyushu university.
- 2- M.Kawakami and K.Shimura,ibid,23,81(1974).
- 3- W.E.Bradley and G.E. Stout, Tellus, 22, 699(1970).
- 4- Lieberman and A.A.Moghissi, ibid,21,319(1970).
- 5- "Radioactive dating and methods of low leve counting IAEA, Stpt, 543,73 (1967) .