محاسبهء استاندارد تخلیه در هوا برای کارخانه فراوری اورانیم در اصفهان

بهجت السادات نوربخش[۱]

مرکز تحقیقات وتولید سوخت اصفهان

چکیده :

در ارتباط با بهره برداری از کارخانه فرآوری اورانیم (UCF) ، در جنوب شرقی اصفهان و احتمال رهائی مواد پرتوزا از دودکش ۸۰ متری کارخانه در هوا، تعیین یک حد رهائی براساس توصیه آژانس بین المللی انرژی اتمی (IAEA) ، ضروری به نظر می رسد.

به این منظور در بخش فیزیک بهداشت و پسمانداری مرکز تحقیقات وتولید سوخت هسته ای اصفهان ، مطالعاتی دراین خصوص انجام شده که نتایج آن دراین مقاله ارائه می گردد. دراین مطالعه بااستفاده ازیک مدل مناسب(Transfer Pathway Model)،ابتدا پارامترهای انتقال براساس مشخصات محدودهء سایت نظیر: نوع محصولات کشاورزی ودامی ومیزان مصرف آنها توسط اهالی،شرایط جوی محلی بخصوص جهت باد غالب و..... محاسبه شده اند ودرنهایت با واردنمودن این پارامترها درمدل وهمچنین تعیین گروه بحرانی ، رعایت محدودیت دز دریافتی برای مردم عادی، نوع ماده پرتوزا وشرایط تخلیه،یک حد رهائی سالیانه در هوا برای اورانیم طبیعی (Natural Uranium) برابر

$۲/۵ \times ۱۰^{۹}$ Bq/a برآورد شده است.

کلیدواژه: *فراوری اورانیم-حدرهائی-مدل انتقال در محیط- گروه بحرانی- دز دریافتی*

۱- مقدمه :

به منظور جلوگیری از پرتوگیری مردم در مقابل خطرات بهره برداری از صنایع هسته ای مبحث استانداردهای رهائی یا (Discharge Limits) مطرح می گردد، باین معنی که هرگونه تخلیه مواد ویا گازهای پرتوزا به محیط دراثر عملکرد تاسیسات مزبور می بایست محدود گردد، بطوریکه دز دریافتی سالیانه ساکنین در محدودهء مورد نظر از حد مجاز تعیین شده برای جمعیت عادی(غیرپرتوکار) تجاوز ننماید.

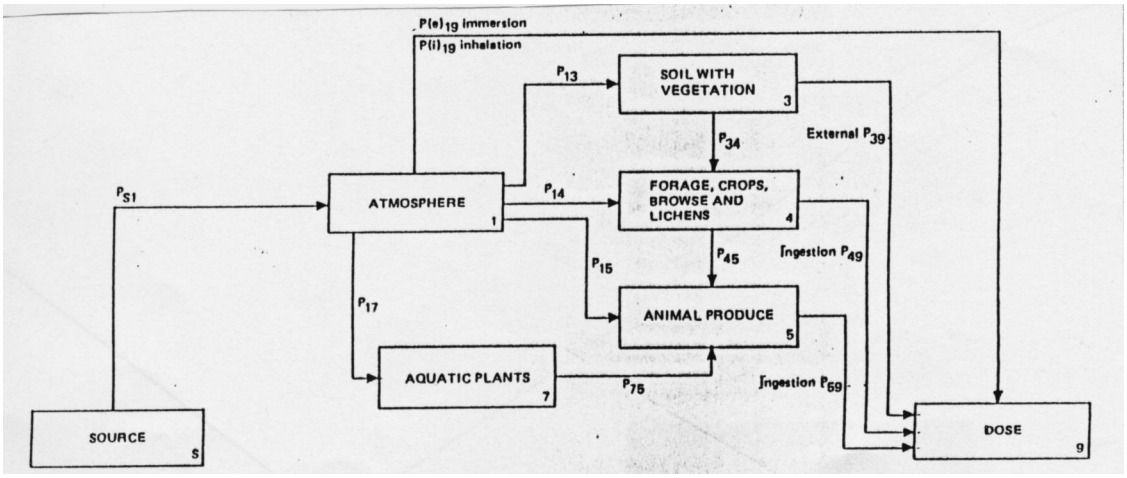
مشخصات جغرافیائی،اقلیمی وهیدرولوژی درمیزان پراکندگی آلاینده های پرتوزا درهوا وآب ودرنتیجه فاصله و جهت تشکیل محلهای با تراکم ماکزیمم موثراست ازطرف دیگر روش زندگی وعادت غذائی مردم منطقه ونیز توزیع جمعیت، در شکل گیری مسیرهای پرتوگیری و تعیین گروههای بحرانی (Critical Groups) دخالت

۱- ۱۵ کیلومتری جنوب شرقی اصفهان- مرکز تحقیقات وتولیدسوخت هسته ای اصفهان- بخش فیزیک بهداشت و پسمانداری
E-mail:b_Nourbakhsh @ entc.org.ir, behjatn@yahoo.com

مستقیم دارد. لذا با مطالعه وشناخت فاکتورهای محیطی واستفاده ازیک مدل مناسب،حد رهائی مربوط به یک تخلیه تحت کنترل(**Authorized Discharge Limit**)قابل ارزیابی می شود، در این مقاله ، پس از معرفی مدل کاربردی مورد استفاده [۴و۳]، ابتدا پارامترهای انتقال برای اورانیم طبیعی(**Natural Uranium**) و ترکیبات آن محاسبه می گردد. ودر نهایت محدودیت رهائی در هوا در شرایط عادی بهره برداری از کارخانه برآورد می شود.

۲- مدل محاسباتی وپارامترهای انتقال :

مدل مسیر انتقال در محیط **"Environmental Transfer Pathway Model"** ، براساس توصیه آژانس بین المللی انرژی اتمی (**IAEA**) ، در این برآورد استفاده شده است [۳]. در مورد تخلیه مواد پرتوزا در هوا، دیاگرام مسیرانتقال و نحوهء پرتوگیری افراد درشکل(۱) نشان داده میشود.



شکل (۱) : دیاگرام مسیرانتقال در محیط برای عناصر پرتوزای رهاشده در هوا [۳]

براساس این دیاگرام ، رابطه دز دریافتی فرد براساس پارامترهای انتقال (**p**) بفرم رابطه (۱) نوشته میشود.

$$x_{9(a)} = P_{(e)19}.x_1 + P_{(i)19}x_1 + P_{39}.x_3 + P_{49}x_4 + P_{59}x_5 \qquad (۱)$$

که با توجه به دیاگرام مزبور روابط زیر بین مقادیر **x** و **p** برقرار می باشد.

$$x_1 = P_{s1}.X_{(S(a)} \qquad (۲)$$

$$x_3 = p_{13}.x_1 = p_{s1}.p_{13}.x_{s(a)} \qquad (۳)$$

$$x_4 = p_{14}.x_1 + p_{34}.x_3 = p_{s1}.p_{14}.x_{s(a)} + p_{13}.p_{34}.x_1 \qquad (۴)$$

$$x_4 = p_{s1}(p_{14} + p_{13}.p_{34})x_{s(a)} \qquad (۵)$$

تعریف پارامترهای انتقال (**P**) و مقادیر(**X**) در جداول(۱) و(۲) مشخص شده اند. با جایگزینی روابط(۲) تا(۵)دررابطه (۱) ، دز دریافتی سالیانه بفرم رابطه (۶) ودر نهایت(۷) خلاصه می گردد.

$$x_{9(a)} = \left[P_{(e)19} + P_{i(19)} + P_{39}P_{13} + P_{14}P_{45}P_{59} + P_{14}P_{49} + P_{13}P_{34} + P_{45}P_{59} + P_{13}.P_{34}.P_{49} + P_{15}.P_{59}\right]P_{S1}.X_{s(a)}$$

$$X_{s(a)} = \frac{X_{9(a)}}{\left[\ \right]P_{s1}} \qquad (۷)$$

جدول (۱) :تعریف مقادیر x و واحدهای آن [۳]

$X_{s(a)}$	میزان رهائی در اتمسفر	$Bq.s^{-1}$
$X_{9(a)}$	دزسالیانه فرد وقتی مسیر انتقال اتمسفراست	$Sv.a^{-1}$
X_1	غلظت مواد پرتوزا درهوا	$Bq.m^{-3}$
X_3	پرتوزائی سطح زمین در اثر نهشت مواد پرتوزا از هوا	$Bq.m^{-2}$
X_4	پرتوزائی محصولات کشاورزی	$Bq.kg^{-1}$
X_5	پرتوزائی فرآورده های حیوانی	$Bq.kg^{-1}$

جدول(۲): تعریف پارامترهای انتقال(p) و واحدهای آن [۳]

P_{S1}	پارامتر انتقال از منبع تخلیه به هوا یا فاکتور رقیق سازی اتمسفر	$S.m^{-3}$
$P_{(i)19}$	دز دریافتی ناشی از پرتوزائی هوا ازطریق تنفس (پرتوگیری داخلی)	$Sv.a^{-1}$ per $Bq.m^{-3}$
$P_{(e)19}$	دز دریافتی ناشی از پرتوزائی هوا ازطریق پرتوگیری مستقیم (پرتوگیری خارجی)	$Sv.a^{-1}$ Per $Bq.m^{-3}$
P_{13}	پارامتر انتقال پرتوزائی از هوا به زمین کشاورزی	M
P_{14}	پارامتر انتقال پرتوزائی از هوا به علوفه ،سبزیجات وغلات	$M^3.kg^{-1}$
P_{15}	پارامتر انتقال پرتوزائی از هوابه فرآورده های حیوانی	$M^3.kg^{-1}$
P_{34}	پارامتر انتقال پرتوزائی از زمین به علوفه وسبزیجات	$M^2.kg^{-1}$
P_{39}	دز دریافتی ناشی از زمین زراعی آلوده شده (پرتوگیری خارجی)	$Sv.a^{-1}$ per $Bq.m^{-2}$
P_{45}	پارامتر انتقال پرتوزائی از علوفه جات به فرآورده های حیوانی	$Kg.kg^{-1}$
P_{49}	دز دریافتی ناشی از مصرف سبزیجات آلوده	$Sv.a^{-1}$ per $Bq.kg^{-1}$
P_{59}	دز دریافتی ناشی از مصرف فرآورده های حیوانی آلوده	$Sv.a^{-1}$ per $Bq.kg^{-1}$

۳- حد نهائی رهائی در محیط مربوط به منبع خاص(Release Upper Bound)

محدودیت اصلی در برآوردحد تخلیه درمحیط، حد دزدریافتی سالیانه برای افـراد عـادی در اجتمـاع اسـت (H_{Limit}) که طبق توصیه IRCP (1 mSv/y) می باشد. [۱] این مقدار مربوط به مجموع تمـام پرتوگیریهـای کنترل شده یک فرد از تمام منابع پرتوزای موجود است و نمی تواند در ارتباط با کنترل دز فردی ناشـی از یـک منبع خاص (کارخانه UCF) بکاررود. در مورد اخیرباید از یک حد کمتر (حد مجاز ویژه مربوط به منبع خاص) استفاده نمود. وبراساس آن حد تخلیه در هوا مربوط به همان منبع را که بـا اصـطلاح (RUB) در منـابع آمـده است محاسبه نمود[۳].

بدلیل تاثیر ناشی از منابع پرتوزا در سطح جهانی ومنطقه ای بر پرتوگیریهای محلی ، ماکزیمم دز سالیانه در گروه بحرانی جامعه (H_{local}) در ارتباط با یک عملیات مشخص بایستی حداکثر کسری از حد مجاز اصلی دز سـالیانه باشد که با فاکتور F نشان داده میشد. لذا مقدار (H_{Local}) براساس رابطه (۸) محدود می گردد.

$$(H_{Local}) = HUB = F.H_{Limit} - H_{regional} - H_{global} \qquad (۸)$$

مقدار ماکزیمم

فاکتور F در ارتباط با وسعت عملیات مورد نظر محلی وتعداد آنها می باشد. همچنین هرگونـه کنتـرل در مـورد سهم پرتوزائی جهانی ومنطقه ای بایستی براساس توافق های بین المللی صورت گیرد.

با توجه به تعریف فوق رابطه(۷) بشکل محدود شده بفرم رابطه(۹) تبدیل می گردد چنانچه دزدریافتی ناشـی ازتخلیهء مواد پرتوزا در هوا ناشی از عملیات بهره بـرداری از کارخانـه UCF مطـرح باشـد، بجـای(HUB،) $X_{9(a)}$ جایگزین می گردد.

$$R_{UB} = \frac{HUB}{[\ ]P_{S1}} = \frac{X_{9(a)}}{[\ ]P_{S1}} \qquad (۹)$$

۴- روش محاسبهء RUB :

۴-۱- تعیین گروه بحرانی(Critical Group) :

بنابر تعریف گروه بحرانی جامعه ، گروهی هستند که احتمال بیشترین پرتوگیری در شرایط عادی و نیز شرایط بحرانی برای آنها وجود دارد. در ارتباط با عملکرد کارخانه UCF ، با توجه به جهت غالـب بـاد در محـدودهء اطراف سایت ، ارتفاع محل رهائی مواد در هوا ومحاسبات فاکتور پخـش $\frac{x}{Q}$[۱۳ و ۱۰]، جمعیـت بزرگـسال ساکن در ۳ کیلومتری جنوب شرقی کارخانه ، بعنوان گروه بحرانی در این محاسبه در نظرگرفته شده اند.

۴-۲- محاسبه فاکتورهای انتقال (P) برای اورانیم طبیعی ، در ارتباط با گروه بحرانی :

در جدول (۱) و(۲) ، فاکتورهای انتقال مربوط به رابطهء (۶) معرفـی شـده انـد. روابـط محاسـباتی بـرای ایـن فاکتورها بشرح زیر می باشد:[۳،۱۰،۴]

$$p_{s1} = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{N}{2\pi x} \cdot \sum_{j=1}^{M} \frac{\exp(-h^2 / 2\sigma_{zj}^2)}{\sigma_{zj}} \cdot \sum \frac{F_{p,j,k}}{u_{j,k}} \quad (۱۰)$$

$$P_{(i)19} = I.(OF)_i \ .(DCF)_i \quad (۱۱)$$

$$P_{(e)19} = [f_u + (1 - f_u)\ (SF_g)](DCF)_a \quad (۱۲) \qquad P_{13} = \frac{V_g}{\lambda g} \quad (۱۳)$$

$$P_{14} = \frac{V_g}{\lambda_e . y}[1 - \exp(e^{-\lambda e te})] \quad (۱۴)$$

$$P_{39} = f_r f_u + (1 - f_U) Sf_g].(DCF)_g \quad (۱۵)$$

$$P_{34} = \frac{B_V}{d}, \quad (۱۶)$$

$$P_{45} = K_w . Q_f . F \quad (۱۷) \qquad P_{15} = I_a . F \quad (۱۸)$$

$$P_{49}, P_{59} = g_f . I_f . (DCF)_f \quad (۱۹)$$

جدول (۳)- مشخصات روابط ومراجع مورد استفاده

(m) فاصله ازمحل تخلیه	[۱۳و۱۰] X
تعداد سکتورها	" N
(m) ارتفاع محل تخلیه ازسطح زمین	" h
(m) انحراف استاندارد توزیع عمودی غلظت مواد درهو	" σ_z
تعداداتفاقات همزمان جهت باد ،سرعت بادوپایداری هوا	" $F_{p,j,k}$
تعداد طبقه بندیهای پایداری اتمسفر	" M
تعداد طبقه بندیهای سرعت باد	" K
($m.s^{-1}$) سرعت متوسط باد در ارتفاع تخلیه	" U
($m^3.a^{-1}$) میزان تنفس انسان استاندارد	[۳و۴] $I_{\ldots}$
کسری از زمان که شخص در هوای آزاد تنفس می کند	" $(Of)_i$
(Sv/Bq^{-1}) فاکتور تبدیل پرتوزائی به دز برای تنفس	[۷،۶،۱]$(DCF)_i$
کسری از زمان که شخص در فضای باز بدون حفاظ بسرمی برد	[۳ و ۴] Fu
(فاکتور حفاظ)کسری از دز در فضای باز که در داخل ساختمان دریافت می شود	[۳] SF_g
($Sv.a^{-1}/Bq.m^{-3}$) دز دریافتی در سال بازای واحد غلظت پرتوزا در هوا	" $(DCF)_a$
($m.s^{-1}$) سرعت نهشت ذرات پراکنده شده در هوا	" V_g

(S^{-1}) ثابت کاهش موثر پرتوزائی خاک	$\lambda_g = \lambda_r + \lambda_s$ [۳و۴]
(S^{-1}) ثابت موثر کاهش پرتوزائی در سبزیجات	$\lambda_e = \lambda_r + \lambda_p$ "
($kg.m^{-2}$) وزن محصول در هر متر مربع از زمین	y "
(s) طول زمان مفید که پدیدهء نهشت انجام می گیرد	T_e "
فاکتورکاهش دز در ارتباط با غیریکنواخت بودن سطح	f_r [۳]
($Sv.a^{-1}/Bq.m^{-2}$) دزدریافتی درسال به ازاء پرتوزائی در واحد سطح	$(DCF)_g$ "
($Bq.kg^{-1}/Bq.m^{-2}$) غلظت پرتوزائی در خاک/غلظت پرتوزائی در گیاه	B_v "
($Kg.m^{-3}$) دانسیته ء موثر خاک	d "
فاکتورمربوط به تغذیه حیوانات در زمستان از علوفهء خشک	K_W [۳،۴،۶]
($Kg.d^{-1}$) مصرف غذا یا علوفه برای حیوانات	Q_f "
بخشی ازغذای آلوده شده مورد مصرف حیوانات که به بافت محصول حیوانی انتقال می یابد	f "
($m^3.d^{-1}$) میزان تنفس حیوانات	I_a "
کسری از غذای مصرفی که از منابع آلوده تامین شده	g_f "
($Kg\ d^{-1}$) میزان مصرف ماده غذائی مورد نظر توسط هرفرداز گروه بحرانی	I_f [۹و۱۲]
($Sv./Bq^{-1}$) فاکتور تبدیل پرتوزائی به دزدر ارتباط با پرتوگیری ازطریق تغذیه	$(DCF)_f$ [۱و۳]

- فاکتور **PS1** براساس رابطه (۶) .با استفاده از اطلاعات جوی ایستگاه هواشناسی سایت مرکز اصفهان محاسبه شده وبا توجه به تعریفی که در مورد گروه بحرانی ارائه شده ، مقدار این فاکتور در فاصله ۳ کیلومتری و جهت جنوب شرقی سایت برابر: $3.5 \times 10^{-8}\ s.m^{-3}$ محاسبه شده است.

- در مورد فاکتورهای تبدیل پرتوزایی به دز ، فاکتورهای مربوط به تنفس وبلع(پرتوگیری داخلی) مقادیر $(DCF)_i$ و$(DCF)_f$) ، ابتدابرای ایزوتوپهای اورانیم از منابع استخراج[۸ و ۷و۶ و ۱] و سپس برای اورانیم طبیعی با استفاده از رابطه پرتوزائی ویژه محاسبه شده است. [۳].

$$(DCF)_{f\ U.natral} = (1.90x10^{-9})\,Sv.(\mu\,gr)^{-1} \qquad (DCF)_{i\ U.natral} = (1.34x10^{-8})\,Sv.(\mu\,gr)^{-1}$$

در این مورد با توجه به تولیدات واسطه کارخانه **UCF** که شامل ترکیبات اورانیم (UF_6) ، (UF_2) و (U_3O8) هستند در مورد پرتوگیری ازطریق تنفس ۲ حالت (**F**) و (**S**) که مربوط به جذب سریع و جذب کند ازطریق ریه می باشددر نظرگرفته شده است.

- در مورد پرتوگیری خارجی نیز به طریق مشابه دررابطهء پرتوزائی ویژه مقادیر $(DCF)_a$ و $(DCF)_g$ بـرای ایزوتوپهای اورانیم وارد شده.واین فاکتورها برای اوراتنیم طبیعی محاسبه شده اند.

$$(DCF)_{a\ U.natural} = (3.32x10^{-10}\ Sv.a^{-1}/\mu gr.m^{-3} \qquad (DCF)_{g\ U.natral} = (3.72x10^{-9})\ Sv^{a-1}/(\mu gr)m^{-2}$$

- در مورد فاکتورهای محیطی شامل ، نوع محصولات کشاورزی ودامی ، میزان مصرف آنها ، مشخصات جـوی منطقه از اطلاعات ایساتگاه هواشناسی سایت [۱۳] ، اطلاعات محلی [۹] ، آمارنامـه اسـتان اصـفهان [۱۲] وسایر منابع معتبر که در لیست مراجع آمده است استفاده شده است.

- مقادیر محاسبه شده برای پارامترای انتقال به ترتیب به شرح زیر میباشد.

$$PS1 = 3.5x10^{-8}\ \ S.m^{-3}$$

$$P_{(e)19} = 3.03x10^{-10}\left[Sv.a^{-1}/\mu gr.m^{-3}\right] \qquad P_{(i)19} = 1.40x10^{-4}\left[Sv.a^{-1}/\mu gr.m^{-3}\right]$$

$$P_{13} = 1.31x10^{7}\,m \qquad P_{39} = \begin{cases} 2.8x10^{-12} & Sv.a^{-1}/\mu gr.m^{-2}\ effective\ dos \\ 1.35x10^{-9} & Sv.a^{-1}/\mu gr.m^{-2}\ Skin\ dose \end{cases}$$

P_{14}=

4.26 x10^{3}	(یونجه)
1.52 x10^{3}	(کاهو وکلم)
2.19x10^{3}	(چغندرقند)
2.8x10^{3}	(سیب زمینی)
0.97 x10^{3}	(پیاز)

P_{45} =

2.2 x10^{-1}	(شییر)
2.16x10^{-1}	(گوشت قرمز)
3.5x10^{-1}	(گوشت مرغ)
2.24x10^{-1}	(سایر لبنیات)
2.2x10^{-1}	(تخم مرغ)

P_{49}=

1.26 x10^{-10}	(سبزیجات برگی)
1.26 x10^{-10}	سبزیجات ریشه ای)
1.26x10^{-9}	(گندم)
1.26x10^{-9}	(سبزیجات بوته ای ومیوه)

P_{34} =

4.2 x10^{-5}	(علوفه]
2.1x10^{-6}	(سبزیجات)

P_{59}=

6.086 x10^{-9}	(شیر)
1.08 x10^{-10}	(گوشت قرمز)
8.20x10^{-11}	(گوشت مرغ)
5.8x10^{-11}	(تخم مرغ)
4.8 x10^{-10}	(سایرلبنیات)

P_{15} =

3.92	(شییر)
5.94	(گوشت قرمز)
6.65	(گوشت مرغ)
3.52	(تخم مرغ)
3.92	(سایرلبنیات)

با جایگزینی موارد فوق در رابطه(۵) و(۶) ، ودر نهایت دررابطه (۸) وبا در نظرگرفتن اینکه بـرای تخلیـه مـواد پرتوزا در هوا ماکزیمم مجاز دز دریافتی جامعه از منبع مورد نظر(HUB)، برابـر $10\mu Sv$ تعیـین شـده اسـت مقدار (RUB) محاسبه میگردد.[۱۳].

$$RUB \le \frac{10\mu sv}{[\ ]x3.5x10^{-8}} \le \frac{10x10^{-6}\ Sv.a^{-1}}{2.1x10^{-2}(Sv.a-1/\mu gr.m^{-3})x3.5x10^{-8}(S.m^{-3})}$$

$$RUB \le 1.36x10^{4}\ \mu gr.s^{-1}$$

$$RUB \le 1.36x10^{4}(\mu gr.s^{-1})x0.025Bq.(\mu gr)^{-1}$$

$$= 340\ Bq.S^{-1}$$

وبرای محاسبهءحد نهائی تخلیه درسال ، براساس یک رهائی مداوم ، ۸ ساعت در روز و ۲۶۰ روز کاری خواهیم داشت :

$$RUB \le 340x3600x8x260$$

$$RUB \le 2.5x10^{9}\ Bq.a^{-1}$$

این محاسبات براساس حالت (F) ، " Fast absorbtion " انجام شده چنانچه بخواهیم برای حالت "S"نیز تکرار کنیم، فقط فاکتور $(DCF)_i$ ودر نتیجه پارامترانتقال $(P_{i(19)})$ تغییر می کند.با استفاده ازروش ذکرشده مقدار $(P_{i(19)})$ را برای حالت (S) محاسبات می نمائیم.

$$P_{i(19)} = 1.299x10^{-4}\ Sv.a^{-1} / \mu gr.m^{-3}$$

با توجه به اینکه پارامتر $(P_{i(19)})$ دررابطهء(۸) ، تنها بفرم یک جمله مستقل وارد میشود، لذا نتیجهء نهائی تغییرقابل ملاحظه ای ندارد. بنابراین برای این دسته از ترکیبات اورانیم نیز می توانیم RUB رابرابرحالت قبل (حالت F) در نظربگیریم.

نتیجه گیری :

مقدار Bq/a ۱۰^۹ x ۲/۵ در مقایسه با مقداری که طراحان چینی پروژهء UCF در ابتدای طراحی کارخانه ارائه داده بودند[۹] مطابقت دارد. لذا می توان اظهار نمود که مدل استفاده شده واطلاعات محیطی مربوطه می تواند روش قابل اطمینانی باشد. البته با دقت بیشتر در انتخاب پارامترهای محیطی می توان به نتایج دقیق تری در ارتباط با محدودیت رهائی مواد پرتوزا در هوا دست یافت.

فهرست مراجع

1- **BRSS , " Basic Radiation Safety Standards" , Iranian Nuclearr Regulatory Authority (INRA) and National Radioactive Protection Department (NRPD), October (1990).**
2- **IAEA, " Basic Safety Standards For Radiation Protection " Safety series No.9, Vienna, (1982).**
3- **IAEA , " The Application of the Principles for Limiting Releases of Radioactive Effluents in the Case of the Mining and Milling of Radioactive Ores ." IAEA , Safety Series No.90 , Vienna , (1989).**
4- **IAEA, " Generic Model and Parameters for Assessing the Environmental Transfer of Radionuclides from Routine Releases , exposures of Critical Groups., IAEA, Safety Series No.57 (1982).**
5- **ZACH,R," Contribution of Inhaletion by food animals to mans ingestion dose ," Health Physics 49,5 (1985).**
6- **ICRP 71, Age-dependent Doses to members of the public from Intake of Radionuclides " , Inhalation Dose Cofficient , ICRP Publication 71, (1991).**
7- **ICRP 72, Age-dependent Doses to members of the public from Intake of Radionuclides " Part 5,Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Cofficient , ICRP Publication 72, (1995).**
8- **IAEA, " International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radioactive Sources , " IAEA, Safety Series No.115 (1996).**
9- **UCF Project , " Design Specification for Radiation Protection Disipline". HQPm003 ST Esfahan Nuclear Technology Center (Apr.1994).**
10- **NRC, " Calculation of Annual Doses to Man from Routine Release of Reactor Effluents for the Purpose of Evaluating Compliance with 10CFR part 50 (Appendix 1) NRC Regutatory Guide (1.109).**
11- **A.Maleki, S.Momenzedeh , M. Ettehadian " Calculation of Discharge Limits for Centralized waste Management Facility in Tehran, " Second, International Conference on Nuclear Science & Technology in Iran" (May 2004).**

۱۲- آمار نامه استان اصفهان ، سازمان برنامه وبودجه استان اصفهان- معاونت آمار واطلاعات (۱۳۷۷).

۱۳- بهجت السادات نوربخش " گزارش مقدماتی تحلیل ایمنی (PSAR) پروژه (UCF) مرکز تحقیقات وتولید سوخت هسته ای اصفهان RPT4-T-825-HP-013 (۱۳۸۰).