



دوره عمومی آموزش کد MCNP

دکتر یاسر کاسه‌ساز

دانشیار پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای

ykasesaz@aeoi.org.ir



جلسه پنجم

خروجی و کارتهای ضروری

تعریف خروجی (تالی)

- ✓ هدف از انجام یک شبیه‌سازی چیست؟ در هر محاسباتی یک یا چند کمیت فیزیکی مورد نظر است (مانند شار، دز، طیف انرژی و نرخ واکنش)
- ✓ برای محاسبه این کمیت‌ها از تالی‌ها استفاده می‌کنیم
- ✓ تالی یک کلمه باستانی و سنتی است که معنای از شمارش می‌آید. در فارسی به آن چوب خط می‌گوییم.





هفت نوع تالی در کد تعریف شده است که عبارتند از:

✓ **F1** تعداد ذرات عبوری از یک سطح را محاسبه می کند

✓ این سه نوع تالی برای محاسبه شار کاربرد دارند:

F2 شار عبوری از یک سطح

F4 میانگین شار درون یک حجم یا سلول خاص

F5 شار نقطه‌ای در یک مختصات خاص

✓ **F6** , **F7** انرژی تخلیه شده در یک سلول را محاسبه می کند:

F6 انرژی تخلیه شده در یک سلول در واحد جرم آن سلول

F7 انرژی تخلیه شده در یک سلول ناشی از واکنش شکافت در واحد جرم آن سلول

✓ **F8** به تالی ارتفاع پالس معروف است و تعداد ذرات رسیده به یک سلول را محاسبه می کند

تعداد F1 تالی نوع ۱

$\#/cm^2$ F2 تالی نوع ۲

$\#/cm^2$ F4 تالی نوع ۴

$\#/cm^2$ F5 تالی نوع ۵

MeV/gr F6 تالی نوع ۶

MeV/gr F7 تالی نوع ۷

F8 تالی نوع ۸

کاربر باید بتواند کمیت مورد نظر خود را به تالی‌های موجود مرتبط کند



Fn:<pl> C1 C2 (C1 C2)

Fn:<pl> S1 S2 (S1 S2)

✓ n عددی است حداکثر سه رقمی که رقم یکان آن نوع تالی را مشخص می کند

✓ <pl> مشخص کننده نوع ذره است. باید نماد ذره مورد نظر را درج کنیم

✓ در تالی های نوع ۱ و ۲ باید شماره سطح یا سطوح مورد نظر را وارد کنیم

✓ در تالی های نوع ۴، ۶، ۷ و ۸ باید شماره سلول یا سلول های مورد نظر را وارد کنیم

✓ در تالی نوع ۵ باید مختصات نقطه مورد نظر را وارد کنیم

✓ در یک فایل ورودی n نمی تواند تکراری باشد

F1
F2
F4
F5
F6
F7
F8

نماد	عدد	
n	1	نوترون
p	2	گاما
e	3	الکترون
h	9	پروتون

F1:n 11 12		F4:p 99 92		F6:e 100 102		F8:e 52 55
F21:p 12		F134:e 99		F996:n 100		F208:n 52
F101:e 11		F54:n 99		F526:h 100		F38:h 52



کارت‌های ضروری

برای اجرای برنامه به سه کارت ضروری نیاز داریم

کارت NPS

NPS مفهوم فیزیکی نداد و
صرفاً یک پارامتر ریاضی است

حداکثر ۲ میلیارد NPS 2e9

مدت زمان اجرای برنامه و خطای محاسبات به
NPS بستگی دارد (هر چه بیشتر باشد، خطا
کمتر اما زمان اجرا بیشتر می‌شود)

نتایج کلیه محاسبات به ازای یک ذره انجام می‌شود. کاربر
باید نتایج را در عدد چشمه (تعداد ذرات گسیلی از چشمه در
واحد زمان ضرب کند)

کارت IMP

برای تک تک سلول‌ها کارت اهمیت را وارد می‌کنیم
باید مشخص شود که ذراتی که در کارت mode
درج شده‌اند در کدام سلول‌ها ترابرد شوند و در کدام
سلول‌ها ترابرد نشوند

imp:n=1
imp:p=0 (ذره نابود می‌شود)
imp:n,p=1

```
99 1 -1.7 -11 imp:p=1
98 0      11 imp:p=0
```

```
99 1 -1.7 -11
98 0      11
```

```
11 SO 5.5
```

```
imp:p 1 0
```

کارت اهمیت را در بخش
دیتا نیز می‌توانیم وارد کنیم

کارت MODE

این کارت مشخص می‌کند که چه نوع ذره یا ذراتی در در
مسئله ترابرد می‌شوند

Mode n در این مسئله فقط نوترون ترابرد می‌شود

Mode n p در این مسئله هم نوترون و هم فوتون ترابرد می‌شود

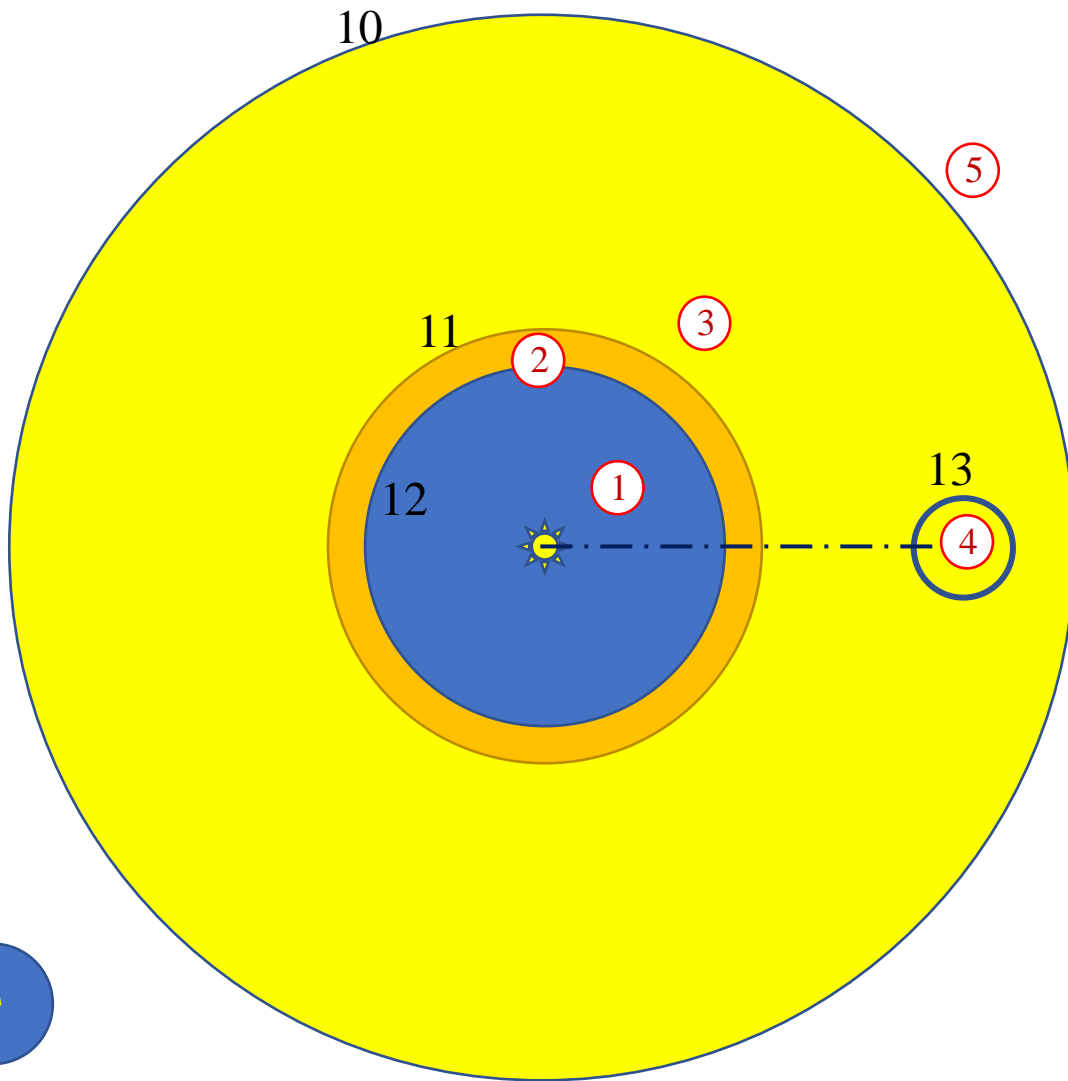
بدیهی است ذراتی که در چشمه تعریف شده‌اند باید حتماً در
کارت mode نیز تعریف شوند

همچنین در تعریف تالی‌ها ذراتی قابل تعریف هستند که در
کارت mode آمده باشند



دوره عمومی آموزش کد MCNP

یک چشمه نقطه‌ای گاما با اکتیویته ۱۰ میلی کوری گامای با انرژی ۲ MeV و با درصد انشعاب ۶۵ درصد گسیل می‌کند. این چشمه در مرکز کره‌ای از آب به شعاع ۴۰ cm قرار دارد. آب درون یک ظرف کرووی از جنس آلومینیوم و به ضخامت ۱ cm واقع است. شار روی سطح بدنه ظرف و نیز در فاصله یک متری از مرکز کره چقدر است؟



```
1 51 -1.0 -12
2 52 -1.7 -11 12
3 53 -0.00129 -10 11 13
4 53 -0.00129 -13
5 0 10
```

```
12 SO 40
11 SO 41
10 SO 120
13 SX 100 2
```

```
mode p
Imp:p 1 1 1 1 0
SDEF pos=0 0 0 par=2 erg=2
M51 1001 2 8016 1
M52 13027 1
M53 6000 -0.00012 7014 -0.75527 8016 -0.23178 18000 -0.01283
F2:p 11
F4:p 4
NPS 1E6
```

سلول ۴ یک سلول کمکی است



بعد از اجرای برنامه، فایل خروجی را باز کنید. نتایج به صورت زیر نمایش داده می‌شود

Disk (E:) > MCNP6 > the code 6

Name	Date mod
outa	8/27/2025
runtpm	8/27/2025
m	8/27/2025
outz	8/27/2025
outy	8/26/2025

```
1tally      2      nps =      1000000
tally type 2  particle flux averaged over a surface.      units  1/cm**2
particle(s): photons

areas
      surface:      11
                2.11241E+04

surface 11
        3.69050E-05 0.0013 ←
```

```
1tally      4      nps =      1000000
tally type 4  track length estimate of particle flux.      units  1/cm**2
particle(s): photons

volumes
      cell:      4
                3.35103E+01

cell 4
        6.58087E-06 0.1171 ←
```

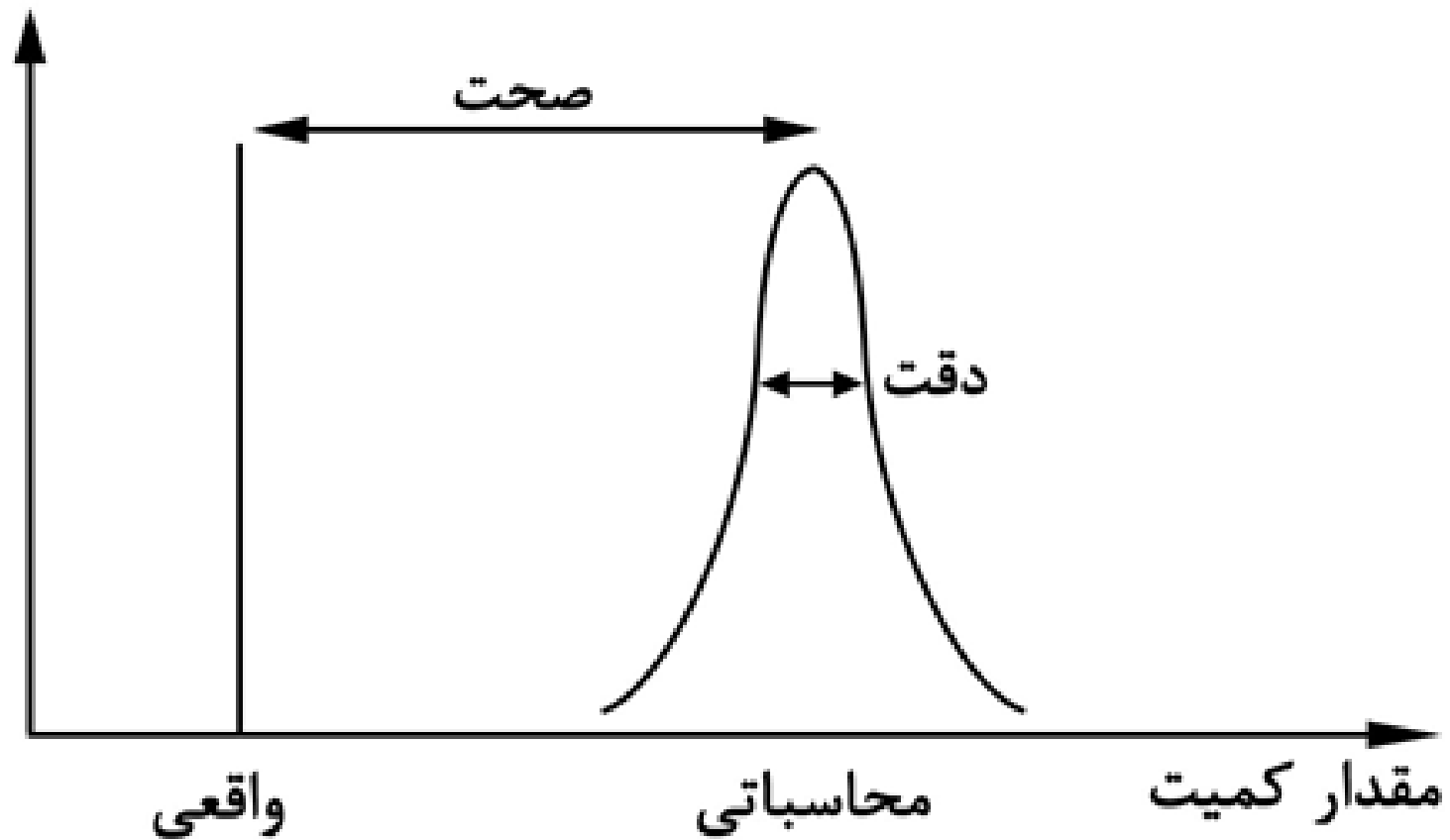



نتایج محاسبه شده به ازای یک ذره از چشمه است. اکنون باید نتایج را در شدت چشمه ضرب کنیم تا نتایج معنای فیزیکی پیدا کنند و قابل مقایسه با مقادیر واقعی شوند

$$A=10 \text{ mCi B.R.}=65\% \quad S\left(\frac{\gamma}{s}\right) = 10 \times 10^{-3} \times (3.7 \times 10^{10}) \times 0.65 = 2.41 \times 10^8$$

$$F2=3.69050E-05 \quad \varphi = F2 \times S = (3.6905 \times 10^{-5}) \times (2.41 \times 10^8) = 8.87 \times 10^3 \left(\frac{1}{\text{cm}^2 \cdot s}\right)$$

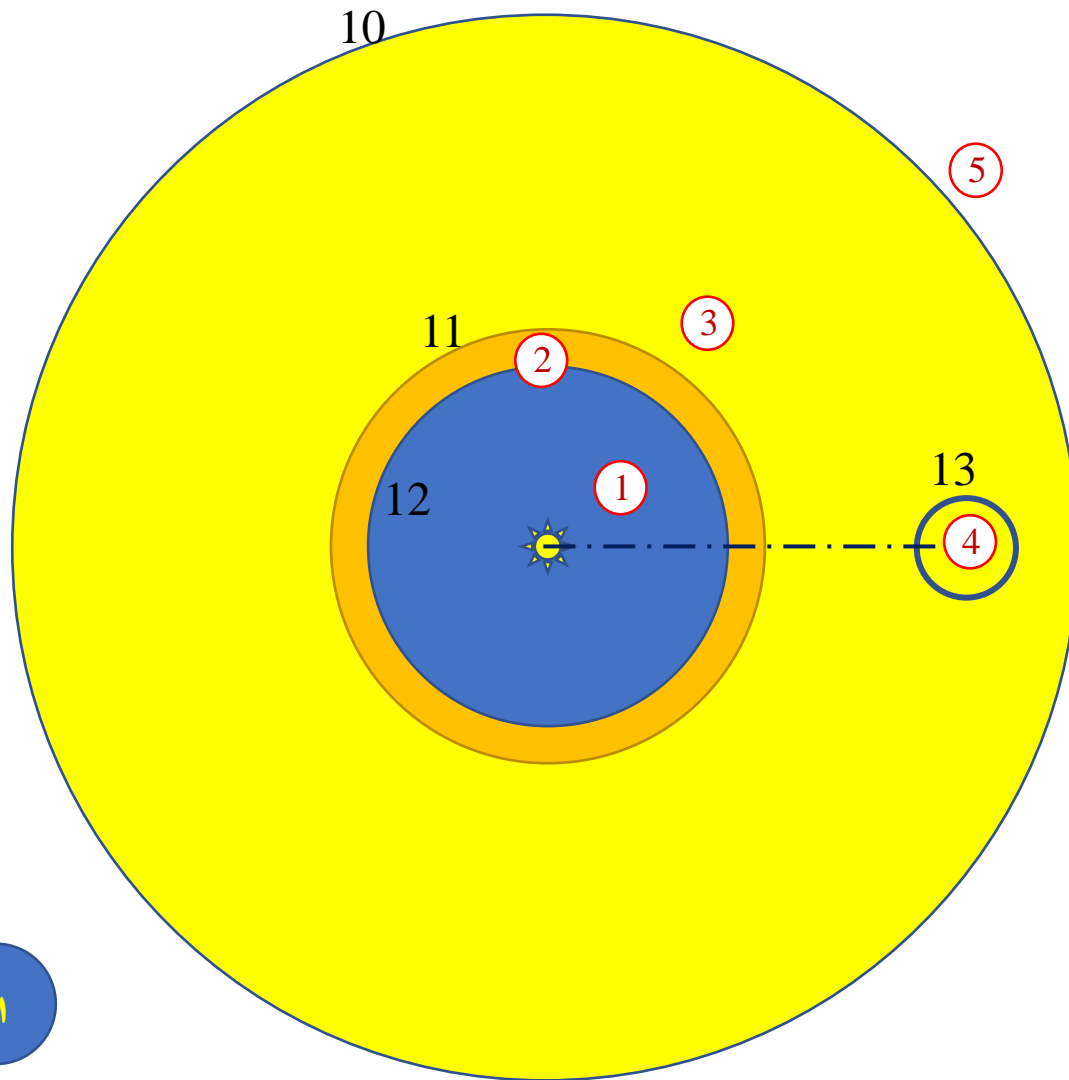
دقت و صحت





دوره عمومی آموزش کد MCNP

یک چشمه نقطه‌ای نوترون با اکتیویته ۱۰ میلی کوری و با انرژی ۲ MeV در مرکز کره‌ای از آب به شعاع ۴۰ cm قرار دارد. آب درون یک ظرف کرومی از جنس آلومینیوم و به ضخامت ۱ cm واقع است. شار نوترون و گاما روی سطح بدنه ظرف و نیز در فاصله یک متری از مرکز کره چقدر است؟



```
1 51 -1.0 -12
2 52 -1.7 -11 12
3 53 -0.00129 -10 11 13
4 53 -0.00129 -13
5 0 10
```

```
12 SO 40
11 SO 41
10 SO 120
13 SX 100 2
```

mode n p

Imp:n,p 1 1 1 1 0

SDEF pos=0 0 0 par=1 erg=2

M51 1001 2 8016 1

M52 13027 1

M53 6000 -0.00012 7014 -0.75527 8016 -0.23178 18000 -0.01283

F2:p 11

F4:p 4

F22:n 11

F24:n 4

NPS 1E6

سلول ۴ یک سلول کمکی است



```
1tally      4      nps = 1000000
tally type 4 track length
particle(s): photons

volumes
cell:      4
          3.35103E+01

cell 4
          6.17730E-06 0.1206
```

```
1tally      22      nps = 1000000
tally type 2 particle flux
particle(s): neutrons

areas
surface:    11
          2.11241E+04

surface 11
          4.52312E-07 0.0112
```

```
1tally      2      nps = 1000000
tally type 2 particle flux
particle(s): photons

areas
surface:    11
          2.11241E+04

surface 11
          4.15538E-05 0.0016
```

```
1tally      24      nps = 1000000
tally type 4 track length
particle(s): neutrons

volumes
cell:      4
          3.35103E+01

cell 4
          3.37066E-08 1.0000
```



کارت‌های جانبی

En

EMn

Cn

FTn

DEn

DFn

FMn

SDn

CFn

FCn

FSn

SFn

FQn

CMn

PRINT

PHYS

PRDMP

VOID



پایان جلسه پنجم

موفق باشید!
کاسه ساز