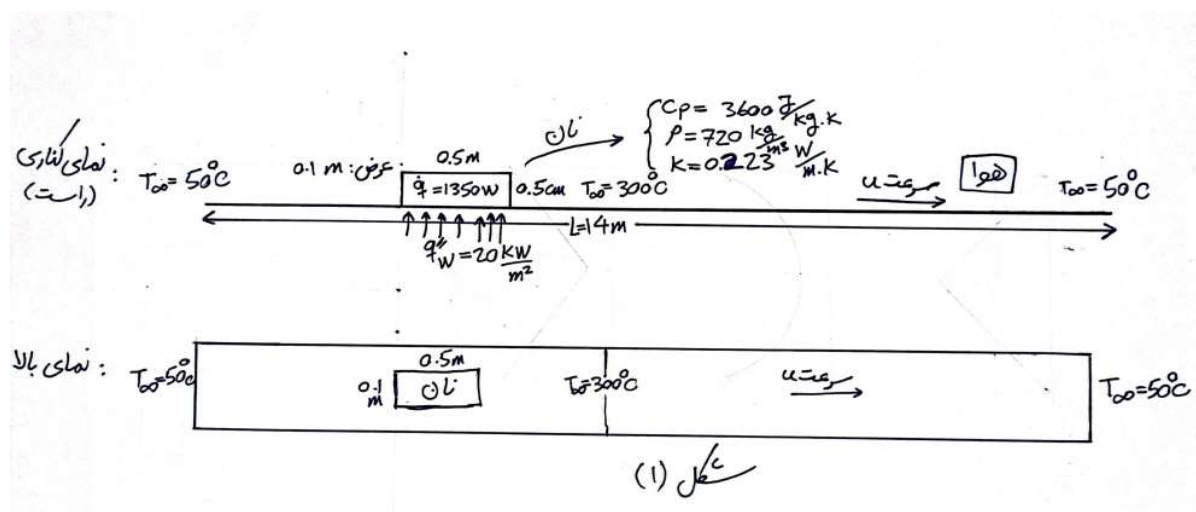


گزارش پروژه انتقال حرارت

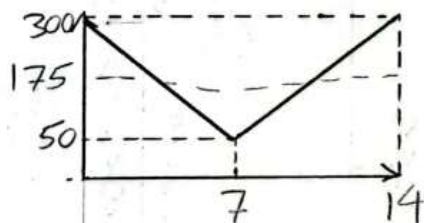
پوریا مطهری (شماره دانشجویی: 99171099)

فرضیات مسئله و شمای کلی سوال:



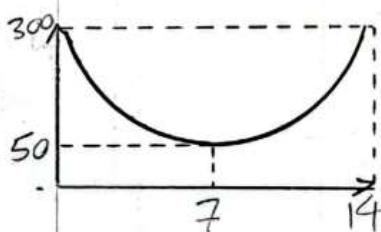
شکل (1) شمای کلی مسئله

1. تنور استوانه‌ای گرفته نشده و در واقع یک نوار مستطیلی شکل است.
2. نان را یک مکعب مستطیل فرض کردیم که راس و یال‌های ایده‌آل دارد.
3. از تغییرات دما در عرض نان صرف نظر کردیم... این به این معناست که از انتقال حرارت جابجایی در سطوح عمودی راست و چپ نان صرف نظر شده است.
4. وابستگی ضریب انتقال حرارت جابجایی نسبت به دما را صرف نظر کردیم و h میانگین را محاسبه خواهیم کرد (بجز خواسته امتیازی 3-4)
5. تغییرات دمای محیط نسبت به مکان و زمان (سرعت ثابت است) خطی است. ولی برای درک بهتر از حالت تابع سهموی هم استفاده کردیم. (شکل‌های (2))
6. بقیه فرضیات مسئله در صورت سوال ذکر شده اند.



$$T_{\infty} = \frac{250}{7} |x-7| + 50$$

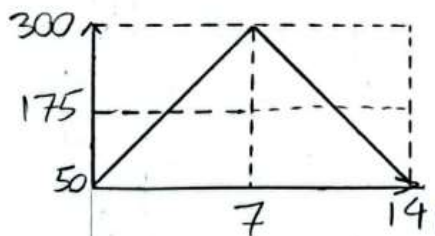
شکل (2-1)



$$T_{\infty} = \frac{250}{49} (x-7)^2 + 50$$

$$T_{\infty} = -\frac{250}{49} (x-7)^2 + 300$$

شکل (2-2)



$$T_{\infty} = -\frac{250}{7} |x-7| + 300$$

شکل (2-3)

شکل‌های (2) توضیح دمایی دمای محیط بر حسب مکان (در صورت داشتن سرعت بر حسب زمان هم امکان پذیر است)

در برنامه متلب از هر دو روش کمک گرفته شده است

طبق گفته سوال، اول از همه به محاسبه ضریب انتقال حرارت جابجایی می پردازیم:

محاسبه \bar{h} :

معادله (7.25) هولمن:

$$\overline{Nu}_L = 0.27(Gr_L Pr)^{1/4} = \bar{h} \frac{L}{k} \quad (*)$$

دمای میانگین هوا: $\bar{T}_\infty = 175^\circ\text{C}$

دمای میانگین سطح نان: $\bar{T}_{\text{نان}} = \frac{200^\circ\text{C} + 25^\circ\text{C}}{2} = 112.5^\circ\text{C}$

فرض کردیم که دمای برای سطح نان 200°C است

(فرض گرفته شده از خواص (1-3))

$$T_f = \frac{\bar{T}_\infty + \bar{T}_{\text{نان}}}{2} \approx 417 \text{ K} \rightarrow \begin{cases} Pr = 0.687 \\ \nu = 27.88 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \\ k = 0.03481 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}} \\ \beta = \frac{1}{T_f} \end{cases}$$

$$Gr_L = \frac{g \beta |T_w - T_\infty| L^3}{\nu^2}$$

L طول صفحه برای متغیر میانگین عرض و طول $= 0.3 \text{ m}$

$$(*) : \bar{h} = 0.27(Gr_L Pr)^{1/4} \times \frac{k}{L}$$

$$= \boxed{2.41 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}}$$

برای خواسته اول توضیحات تا حد مناسبی در برنامه متلب داده شده... ولی در ادامه توضیحات تکمیلی تری به همراه روش کرانک نیکلسون خواهیم داشت:

1. بدلیل اینکه دما در عرض نان ثابت است، مشبندی ما نیز دو بعدی می شود. (شکل 3)
2. دمای اولیه نان، دمای اتاق یعنی 25 درجه سلسیوس فرض شده است.
3. جهش های زمانی مان ($\text{time steps} = \Delta\tau$) برابر یک ثانیه هستند که البته می توان آنرا در خط 39 ام کد بصورت دستی عوض کرد.
4. اولین سرعت را خودم به حدس تصادفی زدم ($u=0.5$) که آن هم در خط 38 ام بصورت دستی قابل دسترسی است.
5. متغیر هایی که خودم نام گذاری کردم هم در برنامه و هم در روش کرانک نیکلسون در صفحات بعدی توضیح داده می شود.
6. توضیحات راجع به خواسته دوم (3-2) و انتقال حرارت تشعشی داده خواهد شد.
7. در الگوریتم برنامه از روش adi استفاده نشده و از روش گوس-سایدل کمک گرفته شده است.
8. ماتریس ضرایب با نام C ماتریس معلوم ها با A و ماتریس مجهولات با نام t_new نامگذاری شده اند.
9. بدلیل خطای اجتناب ناپذیر در حل سوال و روش های مختلف، مینیمم دما بین 200 تا 201 در نظر گرفته شده است.
10. در چند سری از قسمت های کد روش های اضافه تر ارائه شده است. در صورت لزوم استفاده آنها، کد های اضافی را از حالت کامنت در بیاورید. (خط 51 و 52 برای خواسته دوم سوال (کل سوال با حالت تابشی حل شده ولی در صورت پیشفرض ضرایب آن در خط های 51 و 52 صفر هستند)، خط 21 برای توضیح دمای محیط سهموی، خط 61 تا 66 روش دیگر حدس جدید سرعت، خط 179 برای مشاهده مینیمم دمای خمیر در هر زمان و غیره)
11. در صورت تمایل به مشاهده دمای کل مشبندی نان در برنامه به ماتریس bread_mesh مراجعه کنید.
12. در انتهای برنامه دیاگرام مربوط به خواسته 3-3 نمایان می شود.
13. قسمت هایی که نیاز به توضیحات شفاهی دارند با ستاره (*) در قسمت کامنت ها نشانه گذاری شده اند.

روش کرانک-نیکلسون (Crank-Nicolson method):

$$V_x = \frac{\alpha \Delta \tau}{\Delta x^2}, V_y = \frac{\alpha \Delta \tau}{\Delta y^2}, S_x = \frac{\beta \Delta \tau}{\Delta x}, S_y = \frac{\beta \Delta \tau}{\Delta y}, \begin{cases} \alpha = \frac{k}{\rho c_p} \\ \beta = \frac{h}{\rho c_p} \\ \gamma = \frac{h \gamma}{\rho c_p} \end{cases} \quad \begin{matrix} \dot{q} = \frac{1350}{V_{\text{نان}}} \\ \text{تابشی} \end{matrix}$$

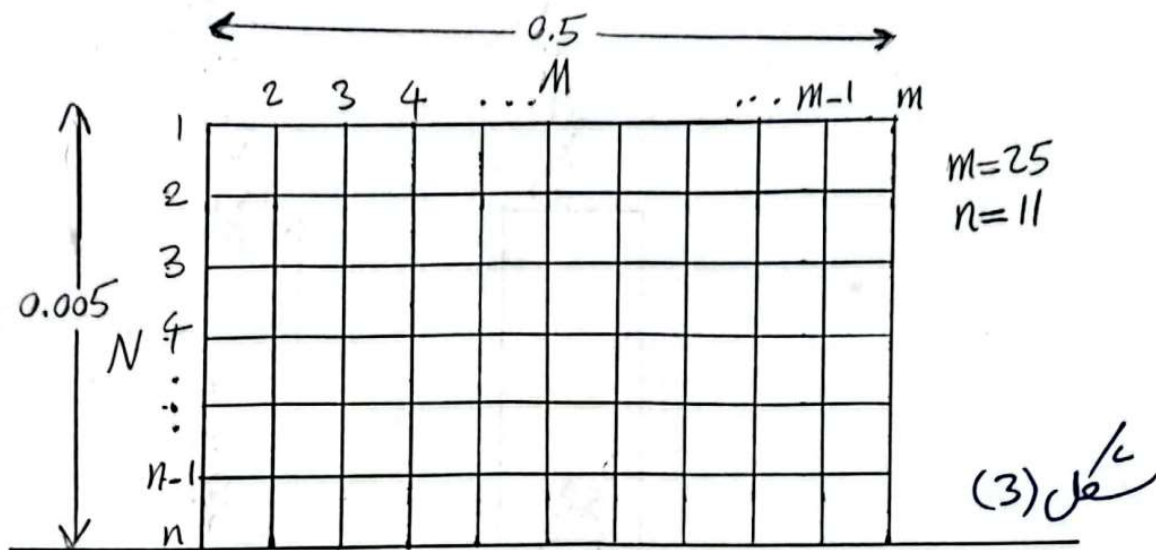
$$(1 + V_x + V_y) T_{m,n}^{i+1} - \frac{V_x}{2} T_{m+1,n}^{i+1} - \frac{V_x}{2} T_{m-1,n}^{i+1} - \frac{V_y}{2} T_{m,n+1}^{i+1} - \frac{V_y}{2} T_{m,n-1}^{i+1} + \frac{S_x}{2} (T_{m,\infty}^{i+1} - T_{m,n}^{i+1}) + \frac{S_y}{2} (T_{m,\infty}^{i+1} - T_{m,n}^{i+1}) + \frac{\gamma \Delta \tau}{2 \Delta y} T_{m,n}^{i+1} + \frac{\gamma \Delta \tau}{2 \Delta x} T_{m,n}^{i+1} =$$

$N=1$ فقط برای افقی
 $M=1$ فقط برای عمودی

$$T_{m,n}^i (1 - V_x - V_y) + \frac{V_x}{2} T_{m+1,n}^i + \frac{V_x}{2} T_{m-1,n}^i + \frac{V_y}{2} T_{m,n+1}^i + \frac{V_y}{2} T_{m,n-1}^i + \frac{S_x}{2} (T_{m,\infty}^i - T_{m,n}^i) + \frac{S_y}{2} (T_{m,\infty}^i - T_{m,n}^i) + \frac{q_w \Delta \tau}{\rho c_p \Delta x} + \frac{\dot{q} \Delta \tau}{\rho c_p} + \frac{\gamma \Delta \tau}{2 \Delta y} T_{m,n}^i + \frac{\gamma \Delta \tau}{2 \Delta x} T_{m,n}^i$$

$N=n$ فقط برای عمودی
گرمای دافذ نان
گرمای از طرف ستور
فقط برای افقی

برای روی سطح



شکل (3): مشبندی و نامگذاری گره های نان از نمای کنار

/ /

انتقال حرارت تابشی:

ثابت استفاد - بولتزمن

$$q_{rad} = \sigma A \epsilon (T_w^4 - T_{sur}^4)$$

$$= h_r A (T_w - T_{sur})$$

فرضیات:

1- نان جسم سیاه است ($\epsilon = 1$)

2- برای بدست آوردن h_r که خود بر حسب دمای سطح

است T_w ، 200°C فرض می کنیم و T_{sur} را

همدمای اتاق یعنی 25°C فرض می کنیم (کمی همانند

مغایب h در ابتدای پروژه)

$$h_r = \sigma \times \epsilon \times (473^2 + 298^2) (473 + 298) \quad \checkmark$$

* جواب دو متلب *

توضیحات تکمیلی این قسمت در فایل متلب:

$$\gamma = \frac{h_r}{\rho \cdot C_p} \quad (\text{مانند } \alpha)$$

$$g_x = \frac{\gamma \Delta T}{\Delta x}$$

$$g_y = \frac{\gamma \Delta T}{\Delta y}$$

توضیحات خواصی درباره خواسته 3-3 لازم نیست ولی در زمان ارائه قابل پرس و جو و بحث است.

در خواسته امتیازی چهار دمای سطح نان را 200 فرض کرده و با تابعیت دمای محیط نسبت به مکان و زمان و خطی سازی داده های جداول انتهایی هولمن (جدول الف-5: خواص هوا در فشار اتمسفری) ضریب انتقال حرارت جابجایی را در هر زمان و مکان با همان روش ضریب متوسط در صفحه سوم با برنامه بدست می آوریم (در ارائه شفاهی در صورت داشتن تایم توضیحات بیشتر می دهم)

موفق و پایدار باشید.

پوریا مطهری (99171099)