

# احصاء اور تحليلي جيو ميٽري

خالد خان يوسفزاي

جامعه کاسيٽ، اسلام آباد

khalidyousafzai@comsats.edu.pk



# عنوان

v

دیباچہ

vii

میری پہلی کتاب کا دیباچہ

1	ابتدائی معلومات	1
1	حقیقی اعداد اور حقیقی خط	1.1
15	محدود، خطوط اور بڑھوتری	1.2
32	تفاعل	1.3
54	ترسیم کی منتقلی	1.4
74	تکوینیاتی تفاعل	1.5
95	حدود اور استمرار	2
95	تبدیلی کی شرح اور حد	2.1
113	حد تلاش کرنے کے قواعد	2.2
126	مطلوبہ قیمتیں اور حد کی تعریف	2.3
146	تصور حد کی توسیع	2.4
165	استمرار	2.5
184	مماسی خط	2.6
199	تفرق	3
199	تفاعل کا تفرق	3.1
221	قواعد تفرق	3.2
240	تبدیلی کی شرح	3.3
257	تکوینیاتی تفاعل کا تفرق	3.4
278	زنجیری قاعدہ	3.5
295	خفی تفرق اور نااطق قوت نما	3.6
312	دیگر شرح تبدیلی	3.7



## دیباچہ

یہ کتاب اس امید سے لکھی گئی ہے کہ ایک دن اردو زبان میں انجینئری پڑھائی جائے گی۔ اس کتاب کا مکمل ہونا اس سمت میں ایک اہم قدم ہے۔ طبیعات کے طلبہ کے لئے بھی یہ کتاب مفید ثابت ہوگی۔

اس کتاب کو Ubuntu استعمال کرتے ہوئے XeLatex میں تشکیل دیا گیا ہے جبکہ سوالات کے جوابات wxMaxima اور کتاب کی آخر میں جدول Libre Office Calc کی مدد سے حاصل کیے گئے ہیں۔

درج ذیل کتاب کو سامنے رکھتے اس کو لکھا گیا ہے

Advanced Engineering Mathematics by Erwin Kreyszig

جبکہ اردو اصطلاحات چننے میں درج ذیل لغت سے استفادہ کیا گیا۔

- <http://www.urduenglishdictionary.org>
- <http://www.nlpd.gov.pk/lughat/>

آپ سے گزارش ہے کہ اس کتاب کو زیادہ سے زیادہ طلبہ و طالبات تک پہنچائیں اور کتاب میں غلطیوں کی نشاندہی میرے برقی پتہ پر کریں۔ میری تمام کتابوں کی مکمل XeLatex معلومات

<https://www.github.com/khalidyousofzai>

سے حاصل کی جاسکتی ہیں جنہیں آپ مکمل اختیار کے ساتھ استعمال کر سکتے ہیں۔ میں امید کرتا ہوں کہ طلبہ و طالبات اس کتاب سے استفادہ ہوں گے۔

خالد خان یوسفزئی

5 نومبر 2018



# میری پہلی کتاب کا دیباچہ

گزشتہ چند برسوں سے حکومت پاکستان اعلیٰ تعلیم کی طرف توجہ دے رہی ہے جس سے ملک کی تاریخ میں پہلی مرتبہ اعلیٰ تعلیمی اداروں میں تحقیق کا رجحان پیدا ہوا ہے۔ امید کی جاتی ہے کہ یہ سلسلہ جاری رہے گا۔

پاکستان میں اعلیٰ تعلیم کا نظام انگریزی زبان میں رائج ہے۔ دنیا میں تحقیقی کام کا بیشتر حصہ انگریزی زبان میں ہی چھپتا ہے۔ انگریزی زبان میں ہر موضوع پر لاتعداد کتابیں پائی جاتی ہیں جن سے طلبہ و طالبات استفادہ کرتے ہیں۔

ہمارے ملک میں طلبہ و طالبات کی ایک بہت بڑی تعداد بنیادی تعلیم اردو زبان میں حاصل کرتی ہے۔ ان کے لئے انگریزی زبان میں موجود مواد سے استفادہ کرنا تو ایک طرف، انگریزی زبان از خود ایک رکاوٹ کے طور پر ان کے سامنے آتی ہے۔ یہ طلبہ و طالبات ذہین ہونے کے باوجود آگے بڑھنے اور قوم و ملک کی بھرپور خدمت کرنے کے قابل نہیں رہتے۔ ایسے طلبہ و طالبات کو اردو زبان میں نصاب کی اچھی کتابیں درکار ہیں۔ ہم نے قومی سطح پر ایسا کرنے کی کوئی خاطر خواہ کوشش نہیں کی۔

میں برسوں تک اس صورت حال کی وجہ سے پریشانی کا شکار رہا۔ کچھ کرنے کی نیت رکھنے کے باوجود کچھ نہ کر سکتا تھا۔ میرے لئے اردو میں ایک صفحہ بھی لکھنا ناممکن تھا۔ آخر کار ایک دن میں نے اپنی اس کمزوری کو کتاب نہ لکھنے کا جواز بنانے سے انکار کر دیا اور یوں یہ کتاب وجود میں آئی۔

یہ کتاب اردو زبان میں تعلیم حاصل کرنے والے طلبہ و طالبات کے لئے نہایت آسان اردو میں لکھی گئی ہے۔ کوشش کی گئی ہے کہ اسکول کی سطح پر نصاب میں استعمال ہونے والے تکنیکی الفاظ ہی استعمال کئے جائیں۔ جہاں ایسے الفاظ موجود نہ تھے وہاں روزمرہ میں استعمال ہونے والے الفاظ چنے گئے۔ تکنیکی الفاظ کی چٹائی کے وقت اس بات کا دہان رکھا گیا کہ ان کا استعمال دیگر مضامین میں بھی ممکن ہو۔

کتاب میں بین الاقوامی نظام اکائی استعمال کی گئی ہے۔ اہم متغیرات کی علامتیں وہی رکھی گئی ہیں جو موجودہ نظام تعلیم کی نصابی کتابوں میں رائج ہیں۔ یوں اردو میں لکھی اس کتاب اور انگریزی میں اسی مضمون پر لکھی کتاب پڑھنے والے طلبہ و طالبات کو ساتھ کام کرنے میں دشواری نہیں ہو گی۔

امید کی جاتی ہے کہ یہ کتاب ایک دن خالصتاً اردو زبان میں انجینئرنگ کی نصابی کتاب کے طور پر استعمال کی جائے گی۔ اردو زبان میں برقی انجینئرنگ کی مکمل نصاب کی طرف یہ پہلا قدم ہے۔

اس کتاب کے پڑھنے والوں سے گزارش کی جاتی ہے کہ اسے زیادہ سے زیادہ طلبہ و طالبات تک پہنچانے میں مدد دیں اور انہیں جہاں اس کتاب میں غلطی نظر آئے وہ اس کی نشاندہی میری ای۔میل پر کریں۔ میں ان کا نہایت شکر گزار ہوں گا۔

اس کتاب میں تمام غلطیاں مجھ سے ہی سرزد ہوئی ہیں البتہ انہیں درست کرنے میں بہت لوگوں کا ہاتھ ہے۔ میں ان سب کا شکریہ ادا کرتا ہوں۔ یہ سلسلہ ابھی جاری ہے اور مکمل ہونے پر ان حضرات کے تاثرات یہاں شامل کئے جائیں گے۔

میں یہاں کامیٹ یونیورسٹی اور ہائر ایجوکیشن کمیشن کا شکریہ ادا کرنا چاہتا ہوں جن کی وجہ سے ایسی سرگرمیاں ممکن ہوئیں۔

خالد خان یوسفزئی

28 اکتوبر 2011



## 3.7 دیگر شرح تبدیلی

ٹینکی سے  $3000 \text{ L min}^{-1}$  پانی کے انعکاس سے ٹینکی میں پانی کی گہرائی کس شرح سے تبدیل ہوگی؟ اس طرح کے سوالات میں ہم اس شرح کو معلوم کرنا چاہتے ہیں جس کو ہم ناپ نہیں سکتے ہیں۔ قابل ناپ شرح استعمال کرتے ہوئے یہ معلومات حاصل کی جاتی ہے۔

مثال 3.54: انعکاس  $3000 \text{ L min}^{-1}$  کی شرح سے انعکاس کی صورت میں ٹینکی میں پانی کی گہرائی کم ہونے کی شرح جاننے کی خاطر ہم رداس  $r$  کی ٹینکی لیتے ہیں جس میں پانی کی گہرائی  $h$  ہے۔ یوں پانی کا حجم  $H = \pi r^2 h$  ہوگا جہاں حجم کو  $H$  سے ظاہر کیا گیا ہے (شکل 3.65)۔ اب ہمیں انعکاس

$$\frac{dH}{dt} = -3000$$

بتلایا گیا ہے جہاں  $t$  وقت کو ظاہر کرتی ہے اور وقت کے ساتھ حجم کم ہونے کو منفی کی علامت سے ظاہر کیا گیا ہے۔ ہمیں

$$\frac{dh}{dt}$$

تلاش کرنا ہے۔ ایسا کرنے کی خاطر ہمیں  $H$  اور  $h$  کا تعلق مساوات کی صورت میں لکھنا ہوگا۔ یہ مساوات متغیرات کی اکائیوں پر منحصر ہو گی۔ یوں حجم کو لٹر جبکہ رداس اور گہرائی کو میٹر میں رکھتے ہوئے درج ذیل لکھا جاسکتا ہے۔

$$H = 1000\pi r^2 h$$

یاد رہے کہ ایک مربع میٹر میں 1000 لٹر ہوتے ہیں۔ دونوں اطراف کا وقت کے ساتھ تفرق لیتے ہیں

$$\frac{dH}{dt} = 1000\pi r^2 \frac{dh}{dt}$$

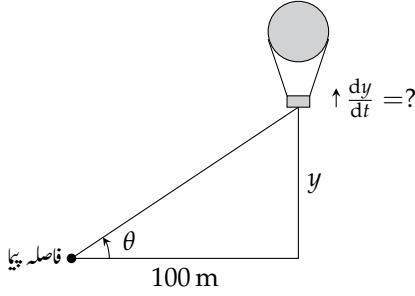
جہاں دائیں جانب  $r$  مستقل ہے۔ اس میں  $\frac{dH}{dt}$  کی معلوم قیمت پر کرتے ہوئے نا معلوم شرح  $\frac{dh}{dt}$  حاصل کرتے ہیں۔

$$\frac{dh}{dt} = \frac{-3000}{1000\pi r^2} = -\frac{3}{\pi r^2}$$

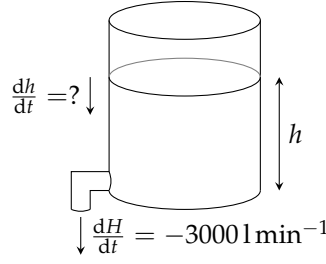
پانی کی گہرائی  $\frac{3}{\pi r^2}$  میٹر فی منٹ کی شرح سے کم ہوگی۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ یہ شرح رداس پر منحصر ہے۔ کم رداس کی صورت میں شرح زیادہ اور زیادہ رداس کی صورت میں شرح کم ہوگی۔ مثلاً  $r = 1 \text{ m}$  اور  $r = 10 \text{ m}$  کی صورت میں شرح درج ذیل ہوں گی۔

$$\frac{dh}{dt} = -\frac{3}{\pi} \approx -0.95 \text{ m min}^{-1} = -95 \text{ cm min}^{-1} \quad (r = 1 \text{ m})$$

$$\frac{dh}{dt} = -\frac{3}{100\pi} \approx -0.0095 \text{ m min}^{-1} = -0.95 \text{ cm min}^{-1} \quad (r = 10 \text{ m})$$



شکل 3.66: غبارہ (مثال 3.55)



شکل 3.65: پانی کی ٹینکی (مثال 3.54)

□

مثال 3.55: غبارہ کی اڑان گرم ہوا کا غبارہ زمین سے سیدھا آسمان کی طرف اٹھتا ہے (شکل 3.66)۔ غبارے کی نقطہ اڑان سے 100 m دور واقع فاصلہ پیتا<sup>41</sup> سے غبارے پر نظر رکھی جاتی ہے۔ جس لمحہ فاصلہ پیتا کا زاویہ صعود  $\frac{\pi}{4}$  تھا اس لمحہ زاویہ کی تبدیلی کی شرح  $0.14 \text{ rad min}^{-1}$  تھی۔ اس لمحہ پر غبارہ کس رفتار سے اوپر جا رہا تھا؟  
حل: ہم اس کا جواب چھ قدموں میں دیتے ہیں۔

پہلا قدم: موقع کی تصویر کشی کریں اور متغیرات کی نشاندہی کریں۔ تصویر میں متغیرات  $\theta$  اور  $y$  درج ذیل ہیں جو بالترتیب فاصلہ پیتا کا زاویہ صعود اور غبارے کی بلندی کو ظاہر کرتے ہیں۔ ہم وقت کو  $t$  سے ظاہر کرتے ہیں اور فرض کرتے ہیں کہ  $\theta$  اور  $y$  متغیر  $t$  کے قابل تفرق تفاعل ہیں۔ فاصلہ پیتا سے غبارے کے ابتدائی مقام تک فاصلہ 100 m ہے جس کو متغیر سے ظاہر کرنے کی ضرورت نہیں ہے۔  
دوسرا قدم: ان معلومات کو الجبرائی روپ میں لکھتے ہیں۔

$$\frac{d\theta}{dt} = 0.14 \text{ rad min}^{-1} \quad (\theta = \frac{\pi}{4})$$

تیسرا قدم: جو ہم سے پوچھا گیا ہے اس کو لکھیں۔ ہم سے  $\theta = \pi/4$  کی صورت میں  $\frac{dy}{dt}$  پوچھا گیا ہے۔  
چوتھا قدم: متغیرات  $\theta$  اور  $y$  کا آپس میں تعلق لکھیں۔

$$\frac{y}{100} = \tan \theta \implies y = 100 \tan \theta$$

پانچواں قدم: زنجیری قاعدہ استعمال کرتے ہوئے  $t$  کے لحاظ سے تفرق حاصل کریں جو  $\frac{dy}{dt}$  (درکار معلومات) اور  $\frac{d\theta}{dt}$  (معلوم معلومات) کے بیچ تعلق دیگا۔

$$\frac{dy}{dt} = 100 \sec^2 \theta \frac{d\theta}{dt}$$

چھٹا قدم:  $\theta = \frac{\pi}{4}$  اور  $\frac{d\theta}{dt} = 0.14$  پر کرتے ہوئے  $\frac{dy}{dt}$  کی قیمت تلاش کریں۔

$$\frac{dy}{dt} = 100(\sec \frac{\pi}{4})^2(0.14) = 28 \text{ m min}^{-1}$$

□

### اس طرح کے مسائل حل کرنے کا لائحہ عمل

- مسئلے کی تصویر کشی کریں۔ وقت کو  $t$  سے ظاہر کریں اور تمام متغیرات کو  $t$  کے قابل تفرق تفاعل تصور کریں۔
- اعدادی معلومات کو منتخب کردہ متغیرات کی روپ میں لکھیں۔
- مطلوبہ شرح یا متغیر کو لکھیں (جو شرح کی صورت میں عموماً تفرق کی روپ میں ہو گا)۔
- متغیرات کا آپس میں تعلق لکھیں۔ کئی بار آپ کو دو یا دو سے زیادہ مساواتوں کو اکٹھے کرتے ہوئے ایک مساوات حاصل کرنا ہو گا۔
- اس کا  $t$  کے لحاظ سے تفرق لیں۔ اس کے بعد درکار شرح کو باقی متغیرات (جن کی قیمتیں آپ جانتے ہیں) کی صورت میں لکھیں۔
- معلوم معلومات کو پر کرتے ہوئے نامعلوم شرح کی قیمت دریافت کریں۔

مثال 3.56: پولیس ایک گاڑی کا پیچھا کر رہی ہے۔ جب چوک سے پولیس کی گاڑی کا فاصلہ 0.6 km اور بھاگنے والی گاڑی کا فاصلہ 0.8 km ہے اس لمحہ پر دونوں گاڑیوں کے بیچ فاصلہ  $20 \text{ km h}^{-1}$  سے بڑھ رہا ہے۔ پولیس کی گاڑی کی رفتار  $60 \text{ km h}^{-1}$  ہونے کی صورت میں بھاگنے والی گاڑی کی رفتار کیا ہو گی؟  
حل: ہم مذکورہ بالا اقدام پر چلتے ہوئے مسئلے کو حل کرتے ہیں۔

پہلا قدم: تصویر اور متغیرات۔ ہم کارتیسی مجدد پر تصویر کشی کرتے ہیں۔ چوک کو مبدا پر رکھتے ہوئے بھاگنے والی گاڑی کو  $x$  محور جبکہ پولیس کی گاڑی کو  $y$  محور پر رکھتے ہیں۔ وقت کو  $t$  سے ظاہر کرتے ہوئے لمحہ  $t$  پر بھاگنے والی گاڑی کا مقام  $x$ ، پولیس کی گاڑی کا مقام  $y$  اور دونوں گاڑیوں کے بیچ فاصلہ  $s$  ہے۔ ہم فرض کرتے ہیں کہ  $x$ ،  $y$  اور  $s$  متغیر  $t$  کے قابل تفرق تفاعل ہیں۔  
دوسرا قدم: اعدادی معلومات۔ لمحہ  $t$  پر درج ذیل ہمیں معلوم ہے۔

$$x = 0.8 \text{ km}, \quad y = 0.6 \text{ km}, \quad \frac{dy}{dt} = -60 \text{ km h}^{-1}, \quad \frac{ds}{dt} = 20 \text{ km h}^{-1}$$

اس لئے منفی ہے کہ پولیس کی گاڑی مبدا کی طرف یعنی گھٹتی  $y$  رخ چل رہی ہے۔  
تیسرا قدم: ہمیں  $\frac{dx}{dt}$  تلاش کرنا ہے۔

چوتھا قدم: مسئلہ فیثاغورث کے تحت متغیرات کا تعلق  $s^2 = x^2 + y^2$  ہے۔  
پانچواں قدم: زنجیری قاعدہ کی مدد سے  $t$  کے لحاظ سے تفرق لیتے ہیں۔

$$\begin{aligned} 2s \frac{ds}{dt} &= 2x \frac{dx}{dt} + 2y \frac{dy}{dt} \\ \frac{ds}{dt} &= \frac{1}{s} \left( x \frac{dx}{dt} + y \frac{dy}{dt} \right) \\ &= \frac{1}{\sqrt{x^2 + y^2}} \left( x \frac{dx}{dt} + y \frac{dy}{dt} \right) \end{aligned}$$

چھٹا قدم:  $x = 0.8$  ،  $y = 0.6$  ،  $\frac{dy}{dt} = -60$  اور  $\frac{ds}{dt} = 20$  پر کرتے ہوئے  $\frac{dx}{dt}$  کی قیمت معلوم کریں۔

$$\begin{aligned} 20 &= \frac{1}{\sqrt{0.8^2 + 0.6^2}} \left( 0.8 \frac{dx}{dt} + 0.6(-60) \right) \\ 20 &= 0.8 \frac{dx}{dt} - 36 \\ \frac{dx}{dt} &= \frac{20 + 36}{0.8} = 70 \end{aligned}$$

اس لمحہ پر بھاگنے والی گاڑی کی رفتار  $70 \text{ km h}^{-1}$  ہے۔

□

مثال 3.57: پانی کی مخروطی ٹینکی  $9 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1}$  شرح سے بھری جاتی ہے۔ مخروط کے قاعدہ کا رداس  $5 \text{ m}$  ، اس کا قد  $10 \text{ m}$  ہے اور اس کی نوک نیچے جانب ہے۔ جس لمحہ پانی کی گہرائی  $6 \text{ m}$  ہو اس لمحہ گہرائی کس شرح سے بڑھتی ہے؟  
حل: ہم مذکورہ بالا اقدام پر چلتے ہوئے اس مسئلہ کو حل کرتے ہیں۔  
پہلا قدم: تصویر کشی اور متغیرات۔ نیم بھری ٹینکی کی شکل بناتے ہیں۔ اس مسئلے کے متغیرات درج ذیل ہیں۔

$H$  : لمحہ  $t$  (منٹ) پر ٹینکی میں پانی کا حجم (مربع میٹر)۔

$x$  : لمحہ  $t$  (منٹ) پر پانی کی سطح کا رداس (میٹر)۔

$y$  : لمحہ  $t$  (منٹ) پر پانی کی گہرائی (میٹر)۔

ہم فرض کرتے ہیں کہ  $H$  ،  $x$  اور  $y$  متغیر  $t$  کے قابل تفرق تفاعل ہیں۔ ٹینکی کی جسامت مستقل مقدار ہے۔  
دوسرا قدم: اعدادی معلومات۔ لمحہ  $t$  پر ہمیں درج ذیل معلوم ہے۔

$$y = 6 \text{ m}, \quad \frac{dH}{dt} = 9 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1}$$

تیسرا قدم: ہمیں  $\frac{dy}{dt}$  تلاش کرنا ہے۔  
چوتھا قدم: متغیرات کا آپس میں تعلق:

$$H = \frac{1}{3}\pi x^2 y$$

چونکہ لمحہ  $t$  پر ہمیں  $x$  اور  $\frac{dx}{dt}$  کے بارے میں معلومات فراہم نہیں کی گئی ہے لہذا ہمیں  $x$  سے چھٹکارا حاصل کرنا ہو گا۔ متشابہ مثلثات استعمال کرتے ہوئے شکل سے

$$\frac{x}{y} = \frac{5}{10} \implies x = \frac{y}{2}$$

لکھا جاسکتا ہے۔ یوں درج ذیل ہو گا۔

$$H = \frac{1}{3}\pi\left(\frac{y}{2}\right)^2 y = \frac{\pi}{12}y^3$$

پانچواں قدم:  $t$  کے لحاظ سے تفرق۔ درج بالا مساوات کا تفرق لیتے ہیں۔

$$\frac{dH}{dt} = \frac{\pi}{12} \cdot 3y^2 \frac{dy}{dt} = \frac{\pi}{4}y^2 \frac{dy}{dt}$$

اس کو  $\frac{dy}{dt}$  کے لئے حل کرتے ہیں۔

$$\frac{dy}{dt} = \frac{4}{\pi y^2} \frac{dH}{dt}$$

چھٹا قدم: دی گئی معلومات یعنی  $y = 6$  اور  $\frac{dH}{dt} = 9$  پر کرتے ہیں۔

$$\frac{dy}{dt} = \frac{4}{\pi(6^2)} \cdot 9 = \frac{1}{\pi} \approx 0.32 \text{ m min}^{-1}$$

□

اس لمحے پر پانی کی گہرائی  $0.32 \text{ m min}^{-1}$  سے بڑھ رہی ہے۔

سوالات

ضمیمہ ۱

ضمیمہ دوم

