



**Namatek**  
True Education

# Transformer Winding

[www.namatek.com](http://www.namatek.com)

آشنایی با ۲ نوع سیم  
پیچی ترانس

## فهرست مطالب

۱. ترانسفورماتور چیست؟
۲. یک ترانسفورماتور چگونه کار می کند؟
۳. سیم پیچی ترانس (Transformer Winding)
۴. انواع سیم پیچی ترانس هسته ای
۵. سیم پیچی ترانس پوسته ای

نحوه سیم پیچی ترانس تا حد زیادی به نوع و کاربرد آن وابسته است. اندازه یک ترانسفورماتور می تواند به بزرگی یک ساختمان باشد؛ مانند ترانسفورماتورهای موجود در نیروگاه ها یا آنقدر کوچک باشد که به راحتی در دست جا شود؛ مانند ترانسفورماتورهای دستگاه های الکترونیکی پیشرفته.

در این مقاله به بررسی آنچه در مورد سیم پیچی ترانسفورماتور باید بدانید می پردازیم. با ما همراه باشید.

## #۱ ترانسفورماتور چیست؟

ترانس یا ترانسفورماتور (Transformer) وسیله ای الکتریکی است که با توجه به اصول الکترومغناطیسی انرژی الکتریکی را بدون تغییر فرکانس از یک مدار الکتریکی به مدار دیگر منتقل می کند. این انتقال معمولا با تغییر در سطح جریان و یا ولتاژ انجام می شود.

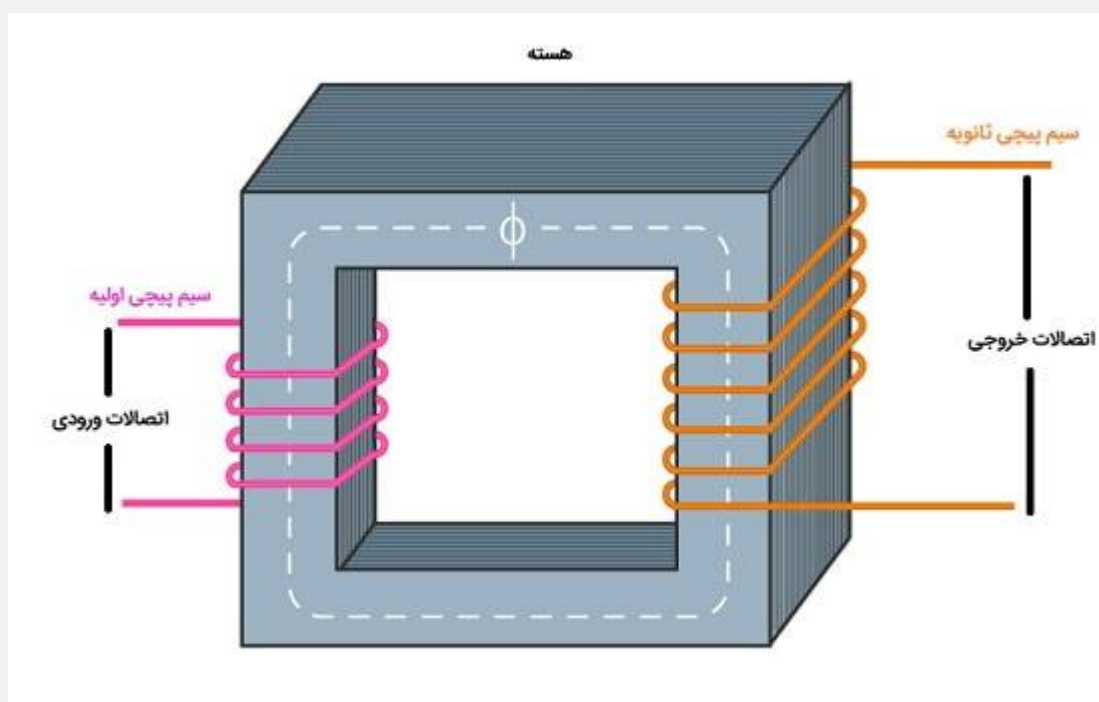


۴ بخش اصلی یک ترانسفورماتور عبارت اند از:

۱. اتصالات ورودی: سمت ورودی ترانسفورماتور جایی است که منبع ورودی به آن وصل می شود و به آن سمت اولیه (Primary side) ترانس نیز می گویند.
۲. اتصالات خروجی: این سمت به بار متصل می شود و به آن سمت ثانویه (Secondary side) نیز می گویند. بسته به نیاز بار توان الکتریکی ورودی افزایش یا کاهش می یابد و به سمت ثانویه انتقال داده می شود.
۳. سیم پیچی ترانسفورماتور: ترانسفورماتورها دو سیم پیچ اولیه و ثانویه دارند. سیم پیچ اولیه سیم پیچی است که برق را از ورودی

دریافت می کند و سیم پیچ ثانویه تبدیل شده به شکل ولتاژ و یا جریان را به بار می رساند.

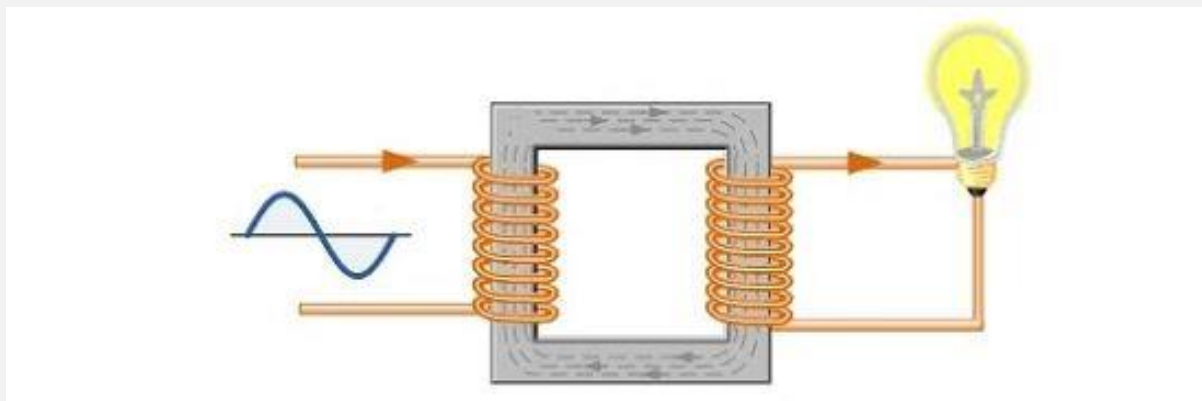
۴. هسته: هسته در ترانسفورماتور مسیری برای هدایت شار مغناطیسی ایجاد می کند. به صورت معمول هسته جسمی تو پر نیست؛ بلکه ساختار لایه لایه دارد تا بتواند افزایش دما را راحت تر کنترل کند.



## #۲ یک ترانسفورماتور چگونه کار می کند؟

هنگامی که ولتاژ ورودی به سیم پیچ ترانس در سمت اولیه اعمال می شود، جریانی متناوب در سیم پیچ ترانس به وجود می آید. عبور جریان سبب ایجاد یک میدان مغناطیسی متغیر در هسته می شود. وقتی این

خطوط میدان به سیم پیچ ثانویه می رسند ولتاژی متناوب در سیم پیچ ثانویه ایجاد می شود.



نسبت دور سیم در سیم پیچی ترانسفورماتور مشخص کننده نوع ترانسفورماتور و ولتاژ خروجی است. به عبارت دیگر نسبت بین ولتاژ ورودی و خروجی با نسبت تعداد دور سیم پیچی ترانس در سمت اولیه و ثانویه برابر است.

پس می توان گفت:

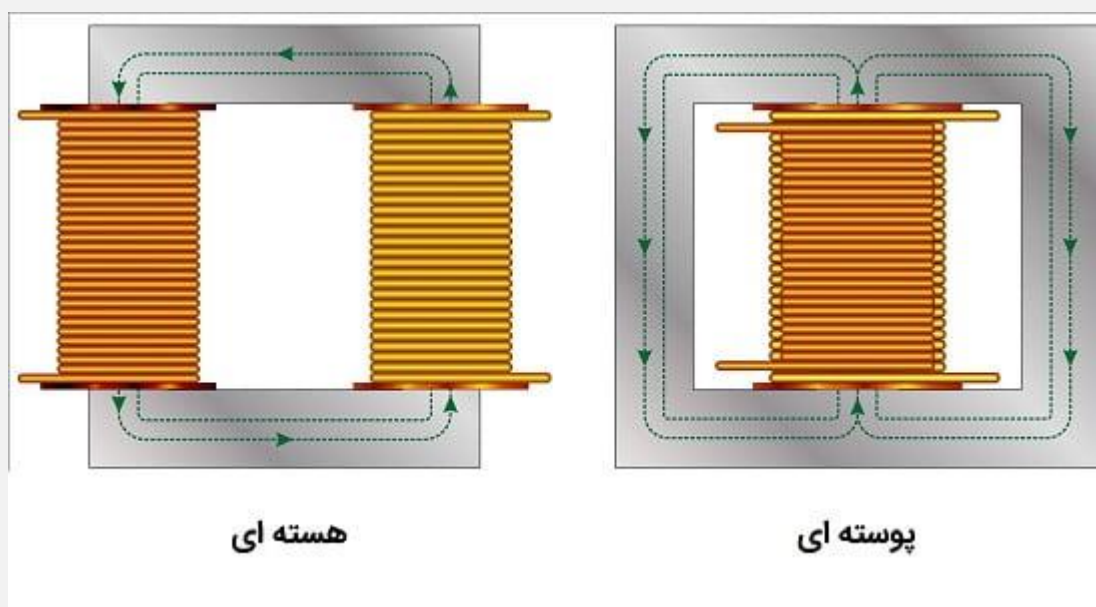
- اگر سیم پیچ ثانویه دارای تعداد دور پیچ سیم بیشتری نسبت به سیم پیچ اولیه باشد، ولتاژ خروجی از ورودی بیشتر است و به آن ترانسفورماتور افزایشده (Step-up Transformer) می گویند.
- اگر سیم پیچ ثانویه تعداد دور کمتری نسبت به سیم پیچ اولیه داشته باشد، ولتاژ خروجی کمتر از ورودی است و به آن ترانسفورماتور کاهشده (Step-down Transformer) می گویند.



## #۳ سیم پیچی ترانس (Transformer Winding)

روش های مختلفی برای سیم پیچی ترانس وجود دارند که بسته به کاربرد می توان یکی از آن ها را انتخاب کرد. ترانس ها با توجه به آرایش هسته نسبت به سیم پیچ به دو نوع زیر تقسیم می شوند:

- هسته ای (Core type): در این مدل، سیم پیچ ها هسته چندلایه را احاطه می کنند.
- پوسته ای (Shell type): در این مدل، سیم پیچ ها توسط هسته چندلایه احاطه می شوند.



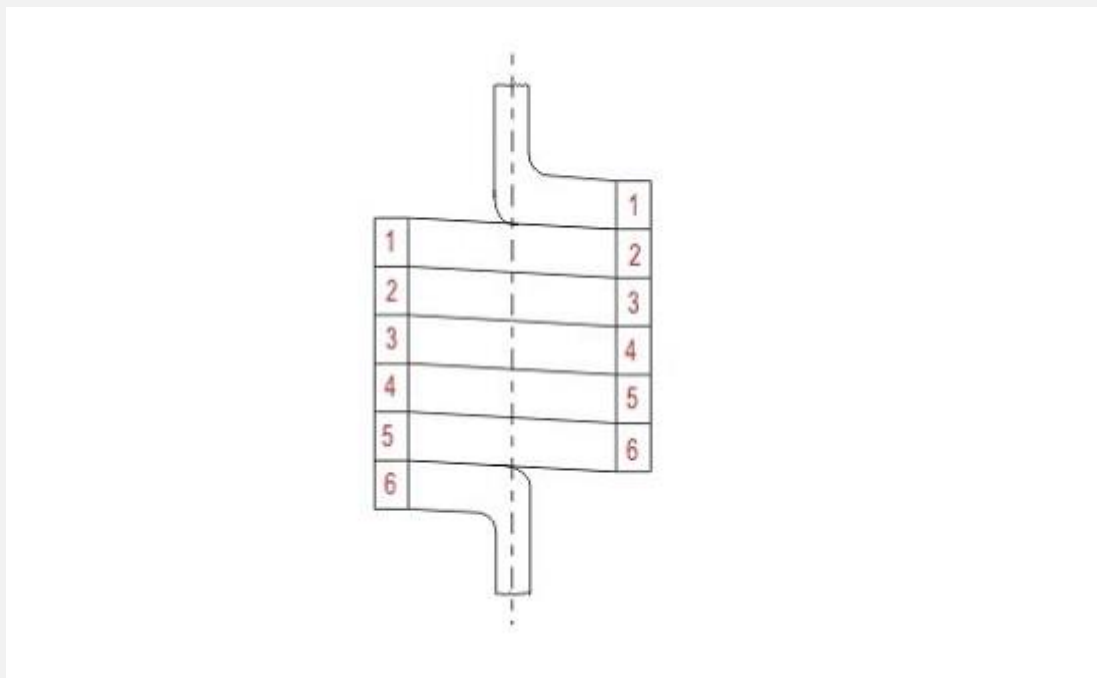
با توجه به این که ترانسفورماتور هسته ای باشد یا پوسته ای می توان نوع مناسب سیم پیچی ترانس را انتخاب کرد. در ادامه به توضیح سیم پیچی مناسب برای هر مدل می پردازیم.

## #4 انواع سیم پیچی ترانس هسته ای

در ترانسفورماتورهای هسته ای به چندین روش سیم پیچی انجام می شود که در ادامه این بخش به توضیح هر مدل می پردازیم.

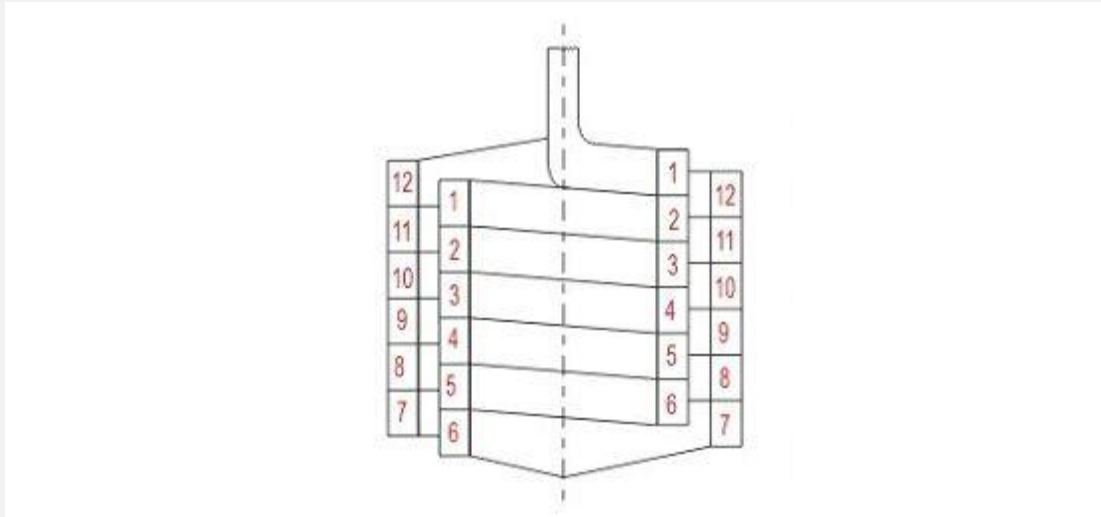
### ۱-۴# سیم پیچی استوانه ای (Cylindrical Winding)

در این مدل سیم پیچی ترانس به صورت لایه لایه انجام می شود. ترتیب اعداد در شکل زیر نحوه پیچش سیم را نشان می دهد.

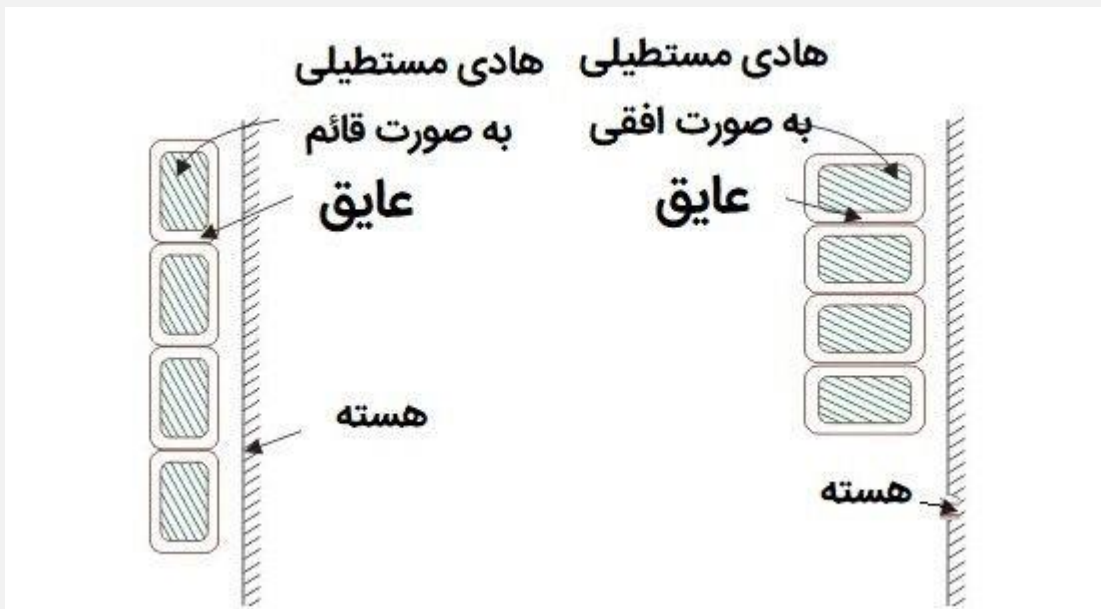


بعد از اتمام یک لایه، لایه بعدی به صورت زیر کنار لایه اول قرار می گیرد.





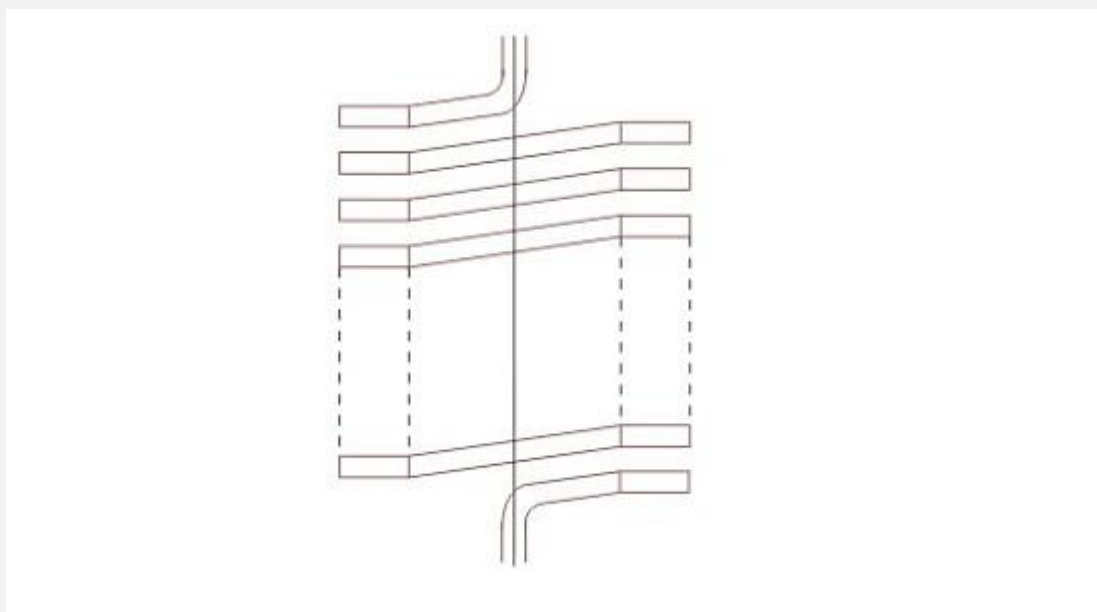
در این مدل سیم پیچی ترانس از سیم با سطح مقطع مستطیل و دایره استفاده می شود. در حالت مستطیل بسته به این که سطح مقطع سیم به صورت افقی و یا عمودی کنار هسته قرار بگیرد شکل های زیر به دست می آید. سیم پیچی ترانس استوانه ای برای ولتاژهای پایین تا KV۶/۶، توان ۷۶۰-۶۰۰ KVA و جریان بین A ۱۰ تا A ۶۰۰ استفاده می شود.



## ۴-۲ # سیم پیچی حلزونی و چندلایه حلزونی ( Helical & Multi-Layer Helical Winding )

• سیم پیچی مدل حلزونی:

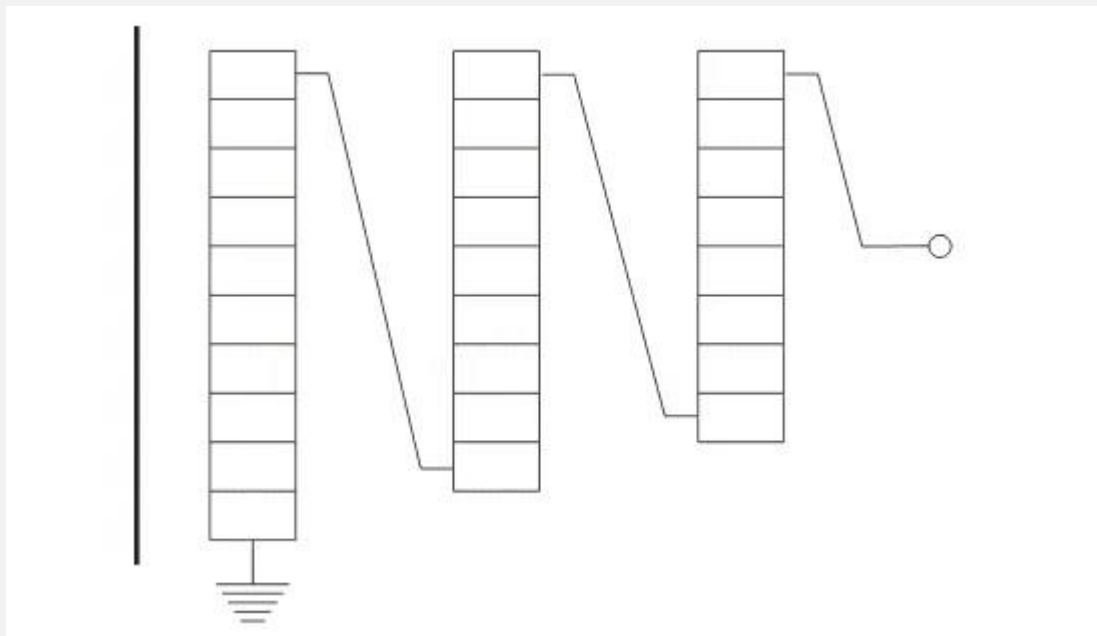
جایی که جریان خروجی بالاتر نیاز داشته باشیم، ولی در عین حال تعداد دور خروجی کمتر باشد، از ترانسفورماتورهای ظرفیت بالا با ولتاژ پایین مدل حلزونی استفاده می کنیم. ولتاژ خروجی ترانسفورماتور از ۱۵-۰/۲۳ KV و توان آن نیز از ۱۶۰-۱۰۰ KVA متغیر است. برای اطمینان از داشتن استحکام مکانیکی به میزان قابل قبول سطح مقطع سیم ها در سیم پیچ ترانس نباید از  $100-75 \text{ mm}^2$  کمتر باشد.



• سیم پیچی ترانس به شکل چندلایه حلزونی:

این مدل معمولا برای ترانس هایی با ولتاژهای ۱۱۰ KV به بالا استفاده می شود. در این حالت که از چند سیم پیچ تشکیل شده است، هر بخش به

صورت استوانه ای متحدالمركز پیچیده می شود؛ سپس بخش ها با هم سری می شوند. همان طور که در تصویر می بینید لایه های بیرونی کوتاه تر از لایه های داخلی پیچیده می شوند.

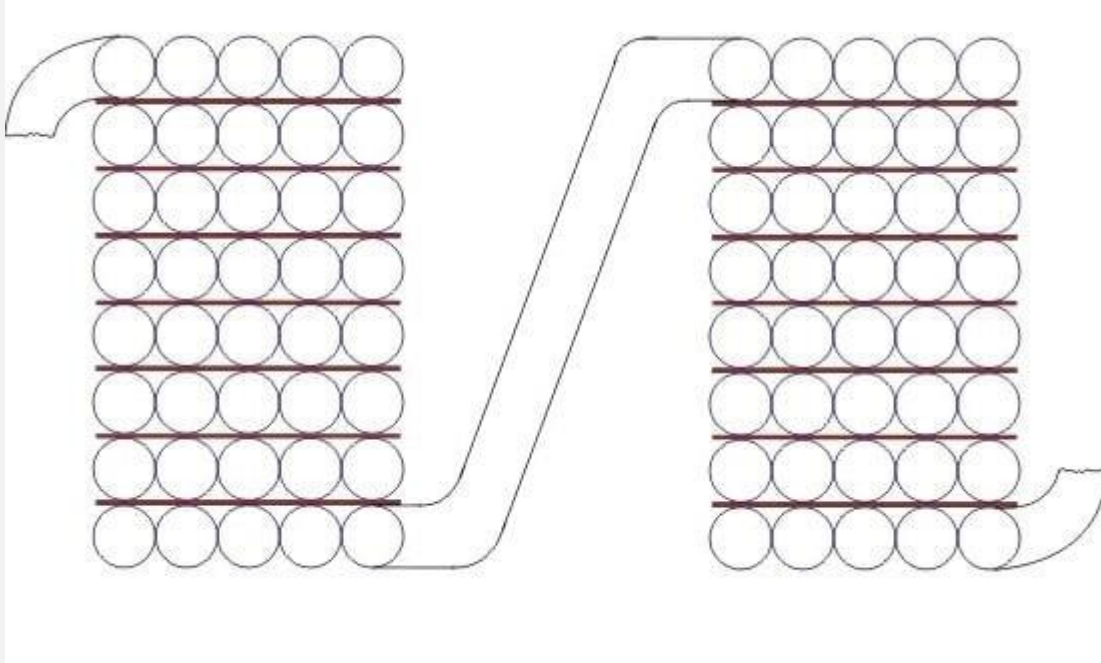


## ۳-۴# سیم پیچی متقاطع و دیسکی و دیسکی پیوسته (Crossover & Disc and Continuous Disc ) (Winding

• سیم پیچی ترانس مدل متقاطع:

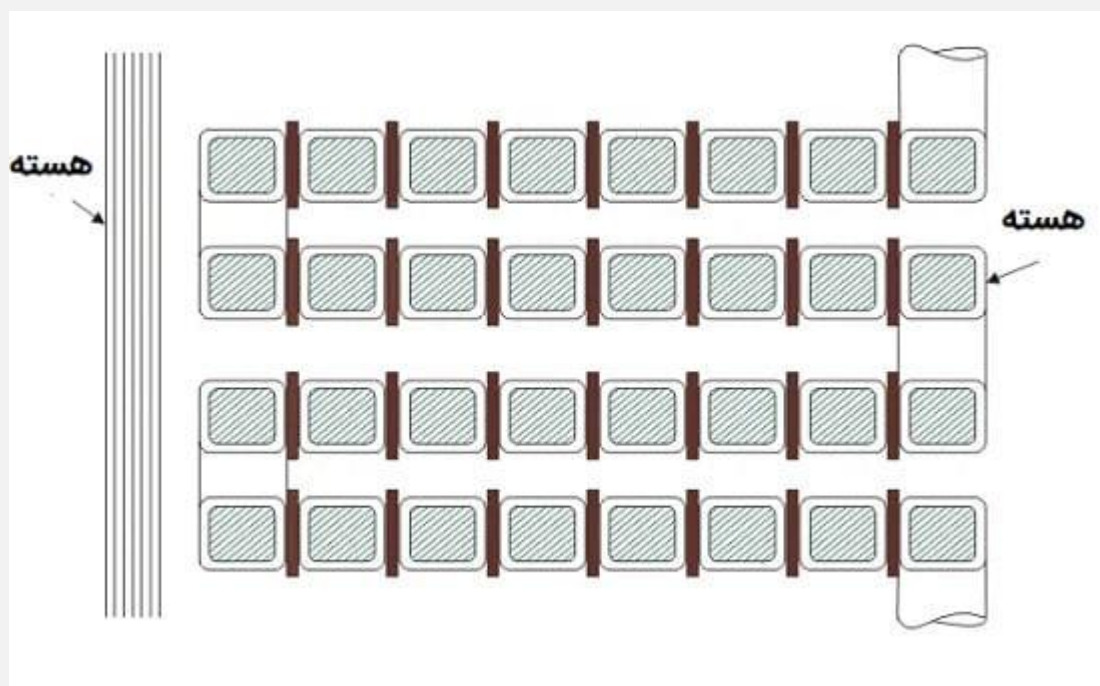
این مدل سیم پیچی برای سیم پیچ های ولتاژ بالای ترانسفورماتورهای کوچک استفاده می شود. سیم پیچی ترانس به چند سیم پیچ کوچک تر تقسیم می شود تا ولتاژ بزرگ به بخش های کوچک تقسیم شود. این کویل ها با فاصله حدود ۰/۵ تا ۱ میلی متر از هم جدا می شوند. در شرایط

عادی سیم پیچی ترانس متقاطع نسبت به استوانه ای از استحکام بیشتری برخوردار است.



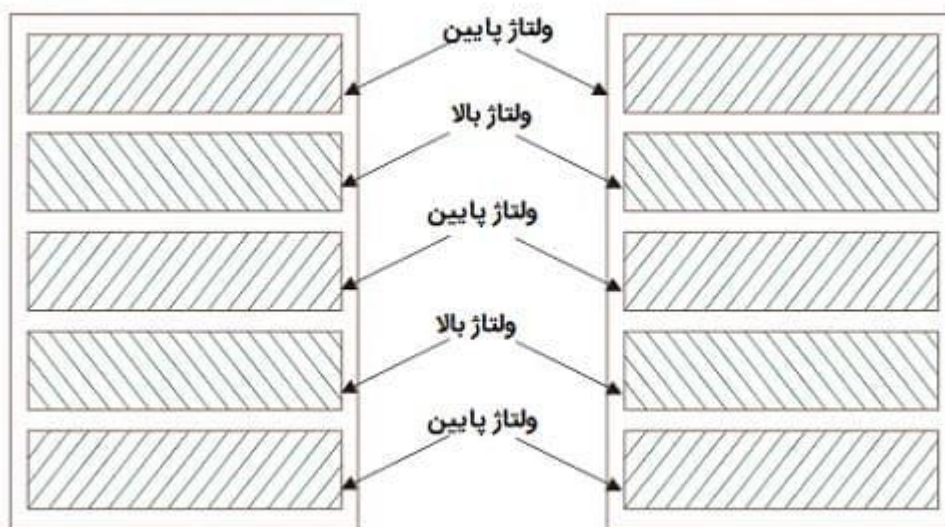
• سیم پیچی ترانس دیسکی و دیسکی پیوسته:

این دو مدل برای سیم پیچ های با ظرفیت بالا استفاده می شود. در این حالت اگر تعدادی سیم پیچ تخت یا دیسکی با هم سری موازی شوند به آن مدل دیسکی پیوسته می گویند. در این ترانس مساحت هادی ها از ۴ تا ۵۰ میلی متر مربع متغیر است و حدود جریان ۱۲ تا ۶۰۰ آمپر می باشد. مزیت استفاده از سیم پیچ های دیسکی در استحکام مکانیکی بالا و ارزان بودن آن ها است.



## #5 سیم پیچی ترانس پوسته ای

از آرایش ساندویچی برای سیم پیچی ترانسفورماتورهای پوسته ای استفاده می شود. در این مدل سیم پیچ های ولتاژ بالاتر و ولتاژ پایین تر به چندتکه تقسیم می شوند و هر سیم پیچ از بخش ولتاژ بالا بین دو سیم پیچ از بخش ولتاژ پایین قرار می گیرد؛ به صورتی که هم پوشانی داشته باشند.



در سیم پیچ های ساندویچی شار متقابل بیشتر است. شار نشتی را هم به راحتی می توان کنترل کرد و پایین آورد. از مزایای این مدل سیم پیچی می توان به مقاومت بالا در برابر اتصال کوتاه، استحکام مکانیکی بالا، قدرت دی الکتریک بالا و اندازه کوچک اشاره کرد.