به نام خدا

الگوریتم پس انشار خطا (Backpropagation) :

الگوریتم پس‌انتشار خطا (Backpropagation) یکی از مهم‌ترین الگوریتم‌ها در یادگیری شبکه‌های عصبی مصنوعی است. این الگوریتم برای آموزش شبکه‌های عصبی استفاده می‌شود و به صورت زیر عمل می‌کند:

1. \*\*مرحله‌ی پیش‌انتشار (Forward Pass):\*\*

در این مرحله، داده‌های ورودی از طریق لایه‌های شبکه عصبی به لایه‌ی خروجی منتقل می‌شوند. هر نرون در شبکه دارای وزن‌ها و بایاس‌هایی است که ورودی‌ها را پردازش کرده و خروجی تولید می‌کند. خروجی نهایی شبکه با استفاده از تابع هزینه (مانند میانگین مربعات خطا یا کراس‌انتروپی) با خروجی واقعی مقایسه می‌شود و خطا محاسبه می‌شود.

2. \*\*محاسبه‌ی گرادیان‌ها (Gradient Calculation):\*\*

در مرحله‌ی پس‌انتشار، هدف محاسبه‌ی گرادیان تابع هزینه نسبت به وزن‌های شبکه است. این کار با استفاده از قانون زنجیره‌ای (Chain Rule) انجام می‌شود. ابتدا گرادیان تابع هزینه نسبت به خروجی لایه‌ی آخر محاسبه می‌شود و سپس این گرادیان‌ها به عقب، به سمت لایه‌های قبلی، انتقال می‌یابد. این فرآیند به هر نرون در شبکه اجازه می‌دهد تا میزان تاثیر وزن‌های خود را بر خطا اندازه‌گیری کند.

3. \*\*به‌روزرسانی وزن‌ها (Weights Update):\*\*

با استفاده از گرادیان‌های محاسبه‌شده، وزن‌های شبکه به‌روزرسانی می‌شوند. این کار با استفاده از روش‌های بهینه‌سازی مانند \*\*گرادیان نزولی (Gradient Descent)\*\* انجام می‌شود. وزن‌ها به گونه‌ای تغییر می‌کنند که تابع هزینه کاهش یابد. مقدار تغییرات وزن‌ها به اندازه‌ی نرخ یادگیری (Learning Rate) بستگی دارد.

4. \*\*تکرار فرآیند:\*\*

این فرآیند (پیش‌انتشار و پس‌انتشار) تا زمانی که تابع هزینه به مقدار مطلوبی برسد یا تعداد مشخصی از تکرارها (Epochs) انجام شود، تکرار می‌شود.

مثال ساده:

فرض کنید یک شبکه عصبی ساده با یک لایه ورودی، یک لایه مخفی و یک لایه خروجی داریم. مراحل پس‌انتشار به این صورت است:

1. \*\*پیش‌انتشار:\*\* ورودی‌ها از لایه ورودی به لایه مخفی و سپس به لایه خروجی منتقل می‌شوند.

2. \*\*محاسبه خطا:\*\* خطا با مقایسه خروجی شبکه با خروجی واقعی محاسبه می‌شود.

3. \*\*پس‌انتشار:\*\* گرادیان‌های خطا نسبت به وزن‌ها محاسبه شده و وزن‌ها به‌روزرسانی می‌شوند.

الگوریتم پس‌انتشار خطا به دلیل سادگی و کارآیی، بسیار محبوب است و در بسیاری از مدل‌های یادگیری عمیق استفاده می‌شود.