به نام خدا

تقسیم خطاها در شبکه‌های عصبی و به ویژه در فرآیند آموزش، می‌تواند به روش‌های مختلفی انجام شود که هر کدام ویژگی‌ها و کاربردهای خاص خود را دارند. در ادامه، برخی از انواع رایج تقسیم خطاها و توضیح مختصری از هر یک آورده شده است:

1. \*\*تقسیم خطا به روش \*\*پیش‌خور (Feedforward Error Propagation)\*\*

در این روش، خطاها از لایه خروجی به لایه‌های قبلی (لایه‌های پنهان) منتقل می‌شوند. این همان فرآیند معمول الگوریتم پس‌انتشار خطا است که در شبکه‌های عصبی پیش‌خور استفاده می‌شود. خطاها به ترتیب به لایه‌های قبلی نسبت داده می‌شوند تا گرادیان‌های مناسب برای به‌روزرسانی وزن‌ها محاسبه شوند.

2. \*\*تقسیم خطا به روش \*\*پس‌خور (Recurrent Error Propagation)\*\*

این روش در شبکه‌های عصبی بازگشتی (RNNs) استفاده می‌شود، که در آن‌ها ارتباطات بازگشتی وجود دارد. به دلیل وجود بازگشت‌ها، محاسبه و تقسیم خطا پیچیده‌تر می‌شود. برای محاسبه گرادیان‌ها و به‌روزرسانی وزن‌ها، از روش \*\*پس‌خور زمانی (Backpropagation Through Time - BPTT)\*\* استفاده می‌شود که یک نسخه اصلاح‌شده از پس‌انتشار خطا است و خطاها را در طول زمان تقسیم می‌کند.

3. \*\*تقسیم خطا در شبکه‌های عصبی پیچشی (Convolutional Neural Networks - CNNs)\*\*

در CNNها، تقسیم خطا به نحوی انجام می‌شود که شامل لایه‌های پیچشی و لایه‌های متراکم است. در لایه‌های پیچشی، فیلترها یا هسته‌ها بر روی ورودی اعمال می‌شوند و خروجی‌ها به لایه‌های بعدی منتقل می‌شوند. خطاها در این لایه‌ها به صورت خاصی تقسیم می‌شوند، به طوری که هر فیلتر فقط به بخشی از ورودی‌ها مربوط است.

4. \*\*تقسیم خطا در شبکه‌های خودتوجه (Self-Attention)\*\*

در شبکه‌های مبتنی بر مکانیزم خودتوجه، مانند ترانسفورمرها (Transformers)، خطاها با توجه به توجه (Attention) بین واحدهای مختلف توزیع می‌شوند. در اینجا، تقسیم خطا به نحوی انجام می‌شود که هر واحد می‌تواند بر اساس میزان توجه خود به سایر واحدها، از آن‌ها تأثیر بپذیرد یا به آن‌ها تأثیر بگذارد.

5. \*\*تقسیم خطا در آموزش متقارن (Symmetric Training)\*\*

این روش بیشتر در شبکه‌های عصبی که دارای ساختار متقارن هستند، مانند شبکه‌های خودرمزگذار (Autoencoders)، استفاده می‌شود. در این روش، خطاها به طور متقارن از لایه خروجی به لایه ورودی تقسیم می‌شوند.

6. \*\*تقسیم خطا در یادگیری انتقالی (Transfer Learning)\*\*

در یادگیری انتقالی، یک مدل از پیش آموزش‌دیده برای یک وظیفه‌ی خاص استفاده می‌شود و سپس برای وظیفه‌ی جدیدی تنظیم می‌شود. در اینجا، خطاها ممکن است به قسمت‌های مختلف مدل، که برخی از آن‌ها از قبل آموزش دیده‌اند و برخی دیگر نیاز به آموزش دارند، تقسیم شوند.

هر یک از این روش‌ها بسته به نوع مدل و کاربرد مورد نظر، ویژگی‌ها و پیچیدگی‌های خاص خود را دارند. انتخاب روش مناسب برای تقسیم خطاها در یک شبکه عصبی معمولاً بستگی به ساختار شبکه و نوع داده‌ها دارد.