



تحلیل غیرخطی دکل‌های تک‌پایه انتقال نیرو

حامد ولی‌زاده^۱، الیاس بیات^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران، گرایش سازه، دانشگاه تربیت مدرس، Hamed.Valizade43@gmail.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران، گرایش سازه، دانشگاه تربیت مدرس، Bayat.Elias@gmail.com

چکیده

در این تحقیق رفتار غیرخطی هندسی دکل‌های تک‌پایه انتقال نیرو^۱ مورد مطالعه قرار گرفته است. دکل‌های تک‌پایه به علت اینکه اعضای بلند طره مانند لاغر تحت خمش و بار محوری هستند، تغییرمکان قابل توجهی تحت بارگذاری داشته و لنگرهای ثانویه غیر قابل اغماضی در آن‌ها به وجود می‌آید. به علت اهمیت این موضوع، یک نمونه واقعی دکل تک‌پایه انتقال نیرو با استفاده از نرم‌افزار PLS-Pole مدل‌سازی شده و مورد تحلیل قرار گرفته است و پاسخ‌های دکل از جمله خمش پایه و تغییرمکان نوک برج در دو حالت تحلیل خطی و غیرخطی با در نظر گرفتن اثرات P-Delta به دست آمده و با یکدیگر مقایسه شده است. همچنین در قسمت دیگر این تحقیق، اثرات وجود اتصالات خمشی پیچی متعدد در بدنه‌ی این دکل‌ها، که از عوامل تاثیرگذار روی رفتار غیرخطی دکل و رابطه‌ی بار-تغییرمکان آن‌ها می‌باشد مورد بررسی قرار گرفته است.

واژگان کلیدی: دکل تک‌پایه، خطوط انتقال نیرو، اتصال خمشی پیچی^۲، اثر P-Delta.

۱. مقدمه

دکل‌های مشبک خرابی از دیرباز، و تقریباً از آغاز صنعت توزیع و انتقال برق مورد استفاده قرار می‌گرفته است. در سه دهه‌ی اخیر استفاده از دکل‌های تک‌پایه که غالباً از جنس فولاد و دارای مقطع توخالی غیرمنشوری باریک‌شونده می‌باشند، آغاز شده و روزبه‌روز در حال افزایش است. ساخت یک دکل تک‌پایه ممکن است پرهزینه‌تر از نوع مشابه خرابی باشد، ولی به علت اشغال فضای کمتر، ضریب آیرودینامیکی کمتر و ساختار سازه‌ای ساده‌تر، معمولاً در مناطق شهری ترجیح داده می‌شود. با افزایش نیاز به الکتریسیته و افزایش خطوط فشارقوی و از سوی دیگر کاهش فضاهای احداث و گران شدن زمین، به‌خصوص در مناطق شهری، نیاز به خطوط انتقالی که فضای کمتری را اشغال کنند روزبه‌روز در حال افزایش است. دو دکل تک‌پایه در شکل ۱ نمایش داده شده‌اند. یکی از مهم‌ترین مسائل در طراحی بدنه‌ی این دکل‌ها کمناش موضعی بدنه‌ی آن‌ها تحت خمش است که از مهمترین حالات خرابی به‌شمار می‌رود. گنسالوز^۳ و کاموتیم^۴ [۱] در سال ۲۰۱۳ رفتار خمشی اعضای جدارنازک بسته با مقطع چندضلعی منظم^۵ را، که در ساخت بدنه دکل‌های تک‌پایه به‌وفور استفاده می‌شوند، مورد بررسی قرار داده و انواع حالات کمناش موضعی و عوامل تاثیرگذار روی تنش بحرانی کمناش را بررسی کرده‌اند.

به‌علت اینکه دکل‌های تک‌پایه اعضای بلند و لاغری بوده و اعضای خمشی یک‌سرگیردار محسوب می‌شوند، قسمت بالایی آن‌ها، تحت بار، تغییرمکان قابل توجهی داشته و این امر باعث به‌وجود آمدن اثرات لنگرهای ثانویه (P-Delta) شده و نیز به‌علت ضرورت کنترل تغییرمکان نوک برج و محدود نگه‌داشتن آن، تحلیل غیرخطی هندسی و در نظر گرفتن اثرات لنگرهای ثانویه اهمیت پیدا می‌کند. اشرف^۶ و همکاران [۲] در سال ۲۰۰۵، مدلی بر اساس نظریه‌های موهر^۷ برای محاسبه‌ی شیب و تغییرمکان نقاط مختلف بدنه‌ی دکل‌های تک‌پایه ارائه کرده و روش پیشنهادی‌شان را با روش‌های دقیق اجزاء محدود مقایسه کرده‌اند. همچنین در سال ۲۰۱۱ راثو^۸ و همکارانش [۳]، دو دکل تک‌پایه‌ی انتقال نیرو را در اندازه واقعی مورد آزمایش قرار داده و رفتار اتصالات مختلف و تغییرمکان نوک برج‌ها را مورد بررسی قرار داده و با آنالیز اجزاء محدود مقایسه کرده‌اند.

¹ Transmission Poles

² Bolted Flange Connection

³ Gonçalves

⁴ Camotim

⁵ Regular Polygonal Cross-Sections (RCPS)

⁶ Ashraf

⁷ Mohr

⁸ Rao