عرض كتاب

توليد الطاقة الكهربية

م.علي يحيى القحطاني / م.يوسف أحمد مشرعي

صدر هذا الكتاب عن دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع بالقاهرة عام ٢٠٠٧م ،وقام بتأليفه المهندس وحيد مصطفى أحمد. يقع الكتاب في ٧٥١ صفحة من الحجم المتوسط، ويضم بين دفتيه واحداً وعشرين باباً، بالإضافة إلى الفهارس وقائمة المراجع والخاتمة.

يتطرق المؤلف في كل باب إلى موضوع متعلق بالتوليد الكهربائي، شارحاً الأفكار الرئيسة حوله، والقوانين الفيزيائية، والنظريات المطبقة، وموثقاً كل تلك المعلومات بأمثلة وتمارين عديدة تساعد على فهم الموضوع بشكل أفضل.

تناول المؤلف في **الباب الأول** تاريخ توليد الطاقة منذ اختراع الكهرباء على يد العالم الأمريكي **توماس أديسون** في عام ١٨٨١م في نيويورك إلى وقتنا الحاضر، وتحدث عن كيفية انتشار شبكة الكهرباء وتعقدها، الأمر الذي أوجب توحيد المعايير والمقاييس المستخدمة آنذاك. كما ذكر الطلب على الطاقة الكهربائية وازديادها بشكل ملحوظ. ثم استطرد بذكر كافة المصادر المستخدمة لتوليد الكهرباء.

اقتصر المؤلف في **الباب الثاني** على ذكر المبادئ الأساسية وقوانين الكهرباء المتعلقة بالقدرة الكهربائية وهي ثلاثة أنواع: القدرة الحقيقية، والقدرة غير الفعَّالة، والقدرة الظاهرية. وقام بشرح معانيها الفيزيائية بالرسوم البيانية والمعادلات الرياضية وجداول تبين الفرق بينها مع أمثلة تطبيقية. ثم تطرق إلى أنظمة الطور المختلفة وركز فيها على الأنظمة ثلاثية الطور الذي قنّنته الصناعة وأصبح السائد في جميع بلدان العالم.

خصص المؤلف **الباب الثالث** للتحدث عن الأحمال ومنحنياتها واقتصاديات محطات القدرة، وذكر أهمية الحمل، ومعنى منحناه البياني ذا العلاقة المباشرة بالمستهلكين والأنواع الرئيسة في الأحمال الكهربائية، وهي ثلاثة أنواع: الحمل السكني، والحمل الصناعي، والحمل التجاري، كما تطرق إلى الأسس الإحصائية والقوانين المتعلقة بها، واختتم الباب بذكر التكلفة، وتوصيات عامة لمقدم الخدمة والمستهلك.

تطرق المؤلف في **الباب الرابع** إلى موضوع التعريفة وعامل القدرة، مبتدئاً بتقديم أهداف التعريفة، وتوضيح أسس تحديدها، وقوانينها واستخداماتها المختلفة. ثم تحدث عن معامل القدرة وتأثيره على الكفاءة العامة للأحمال، وأشار إلى طرق تساعد على تحسينه شُرحت حسابياً وبيانياً على عدد من الأمثلة.

تناول المؤلف في **الباب الخامس** موضوع اختيار موقع ونوع وحجم وسعة محطة توليد القدرة، وأشار إلى أن تحديد موقع محطة توليد القدرة يعد مشكلة معقدة، تعتمد على عوامل كثيرة، منها: نقل الطاقة، حيث يجب وضع محطة القدرة بالقرب من مركز الحمل ما أمكن؛ مما يساعد على خفض تكلفة النقل والفقد في النقل، كما أوضح المؤلف أن حجم المحطة يعتمد على الغرض الذي أنشئت من أجله كمية الطاقة المطلوبة. وتحدث أيضاً عن احتياطي التشغيل، وأنه يجب على كل نظام أن يكون له كمية معينة من سعة التوليد الاحتياطية للإمداد بها أثناء الصيانة والتعطيل القهري للمعدات.

تحدث المؤلف في **الباب السادس** عن محطات توليد القدرة البخارية (الحرارية)، وعن بداية استخدامها لأول مرة في القطارات بواسطة **جيمس وات**، وكيف استخدمت قدرة البخار لإدارة بادئ الحركة للمولد الكهربائي.كما أوضح المؤلف كيفية اختيار المواقع لمحطات توليد القدرة البخارية، وبيَّن الدورة الديناميكية الحرارية لتدفق البخار، وعمل هذه المحطات عن طريق صور توضيحية وعمليات حسابية ورسوم بيانية.

خصص المؤلف **الباب السابع** لوحدات الديزل والتربينات الغازية، ذاكراً مزايا وعيوب وحدات الديزل وأهم تطبيقاتها، وأن تشغيلها يكون عند الضرورة المطلقة عند الطوارئ، كوحدة حمل ذروة، وكوحدات احتياطية في حالة انقطاع الإمداد في الشبكة العامة، ثم بيَّن نظام عمل تلك الوحدات بإسهاب مدعماً ذلك برسومات توضيحية لجميع أجزائها. واختتم حديثه في هذا الباب عن وحدات التربينة الغازية ودعم ذلك بصور توضيحية تفصيلية.

تطرق المؤلف في **الباب الثامن** إلى الوحدات الهيدروكهربائية لتوليد القدرة، موضحاً استخدام الماء في هذه المحطات لتوليد الكهرباء، ثم تطرق المؤلف إلى كيفية اختيار الموقع لوحدات القدرة الهيدروكهربائية، واختتم هذا الباب بالمكونات الأساسية للوحدات الهيدروكهربائية مع التوضيح بالرسوم التفصيلية.

تناول المؤلف في **الباب التاسع** محطات القدرة النووية، موضحاً أن الطاقة النووية هي المصدر الوحيد الذي يستطيع تغطية طلبات الطاقة المستقبلية للعالم، ثم بين المؤلف الأجزاء الأساسية لوحدة التوليد النووية مع رسم تفصيلي لها، ثم اختتم هذا الفصل بنبذة عن الفيزياء النووية، وعلاقة الكتلة والطاقة، وتركيب الذرة، وبعض العلاقات الرياضية والمسائل الخاصة بها.

استعرض **الباب العاشر** التشغيل الاقتصادي للمحطات الحرارية، حيث أوضح المؤلف أنه يعتمد على دراسات وقوانين إحصائية معقدة، وتتطلب مدخلات كثيرة؛ لتعطي نتائج أكثر دقة، ثم أسهب في شرح تفاصيل القوانين التطبيقية في هذا المجال.

تطرق المؤلف في **الباب الحادي عشر** إلى التنسيق الهيدروحراري، والمحطات الهيدروحرارية التي تتميز بسرعة البدء والتزامن السريع مع النظام، إضافة إلى تكاليف التشغيل المنخفضة، وسهولة تشغيلها لأحمال الذروة. ثم ذكر التشغيل الموحد لوحدات الأنهار الجارية والوحدات البخارية، وكيفية إيجاد حجم وحدة الهيدرو والبخار باستخدام المعادلات الرياضية والفرضيات المنطقية بشكل مفصل. ثم استطرد المؤلف ذكر شروط أساسية لتشغيل المحطات الهيدروحرارية تشغيلا اقتصاديًا، وأشار إلى أهمية الجدولة بين المحطات وكيفية التنسيق استنادًا إلى معادلات رياضية، فشرح طرق الجدولة، وطريقة

معادلة التنسيق بطرق رياضية، وبتطبيق المعادلات على مثال عملي.

تناول المؤلف في **الباب الثاني عشر** التشغيل المتوازي لمولدات التيار المتردد، ذاكراً الشروط الأساسية لتشغيل عدة مولدات وربطها بالشبكة بشكل متوازي على الشبكة،كما أشار إلى تقنيات للتحكم في القدرة الكهربائية تتعلق بتفاصيل ميكانيكية، موضحًا كل هذا رياضيا وبيانيا مع ذكر أمثلة تطبيقية وطرق حلها.

خصص المؤلف **الباب الثالث عشر** للمعدات الكهربية الرئيسة في وحدات توليد القدرة؛ فابتدأ بذكر مولدات التيار المتردد، مثل: مولدات وحدات توليد الهيدرو، ومولدات الوحدة التربينية. ثم تطرق إلى أنظمة الإثارة في المولدات وعن ماهيتها وتصنيفاتها وطريقة عملها، ثم شرح موضوع المنظمات التي تساعد على رفع كفاءة القدرة المنتجة، وتكون مصنوعة داخل المعدات الكهربية، أو يمكن تركيبها عليها. ثم انتقل بالحديث عن الموصلات العمومية، والمفاعلات والبطاريات بأنواعها، وبعض القوانين التطبيقية. ثم اختتم هذا الباب بموضوع مهم جداً ألا وهو التأريض، مع شرح التقنيات الخاصة به وأمثلة تساعد على الفهم.

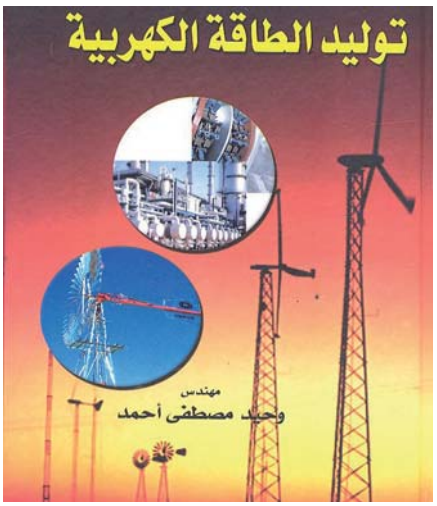
تناول المؤلف في **الباب الرابع عشر** موضوع الربط البيني للأنظمة، وذكر ميزات الربط البيني من نواحي عديدة، كاعتمادية الخدمة، وتسهيلات النقل، وزيادة سعة التركيب، وتخفيض المطالب إضافة إلى زيادة كفاءة ومدة التشغيل.ثم انتقل إلى شرح القدرة غير الفعالة، والقدرة الحقيقة (الفعالة)، وتأثيرهما على النظام. ثم ذكر المؤلف معدات تحكم تردد الحمل، وشرح طريقة التحكم المتكامل، وذكر أنواعه المتعددة وشرح الاختلافات بينها، مختتماً الباب بذكر تكنولوجيا المعلومات في إدارة الطاقة، وكيفية التحكم الآلي في التوليد.

تطرق المؤلف في **الباب الخامس عشر** لموضوع التوليد المختلط؛ حيث ابتدأ بتعريفه وذكر مثال توضيحي لهذه العملية مع توضيح فوائده الاقتصادية. ثم انتقل المؤلف إلى ذكر التقنيات المستخدمة في عملية التوليد المختلط والصناعات المناسبة له.كما ذكر موضوع تخصيص التكاليف، وكيفية تسعير الطاقة الناتجة من التوليد المختلط، والاستخدامات الزراعية للتوليد المختلط، وأنهى الباب بنظام الطاقة المكمل.

تحدث المؤلف في **الباب السادس عشر** عن الطاقة والتنمية، مستعرضاً وجهة نظره الشخصية؛ فبدأ بذكر المشاكل التي قد تسببها الطاقة من مشاكل تنموية للدول، ومشاكل بيئية، ومشكلة البيوت الزجاجية. ثم ذكر الاتجاهات في استخدام الطاقة في الدول النامية، وتنبؤات التغيرات في إمداد الطاقة، من تحسين الكفاءة العامة، وتغيير مصدر الطاقة المستخدم، و تنظيف الفحم، و الغاز الطبيعي، والنفط والطاقة النووية. وتابع الحديث عن أهمية التنمية المتواصلة، وأهمية ضبط أسعار الطاقة، وزيادة الأبحاث والتطوير في هذا المجال، وتبني إستراتيجيات لحفظ الطاقة، كما أشار إلى أهمية استخدام وقود منخفض الكربون، ومواضيع أخرى شرحها المؤلف في هذا الموضوع.

تناول المؤلف في **الباب السابع عشر** موضوع الطاقة الحرارية للمحيطات؛ حيث ابتدأ بمقدمة عن الطاقة المختزنة في المحيطات، والتكنولوجيا المتوفرة لتحويل هذه الطاقة الكامنة. وأشار إلى حساب بسيط لمدى إتاحة هذه الطاقة في المحيطات، كما ذكر الفروقات في درجات الحرارة في المحيط الواحد، مشيراً إلى دورة كلاود الحرارية، أو الدورة المفتوحة، التي تعتمد على فارق درجات الحرارة في مياه المحيط، وكذلك دورة أندرسون، أو دورة (OTEC) المغلقة، التي تستخدم مائع غير الماء، مثل: النشادر أو الفريون لتشغيل دورة رانكين الحرارية.

تطرق المؤلف في **الباب الثامن عشر** إلى طاقة موجات البحر والمد، فذكر القدرة الإجمالية من طاقة الموجة، وبعض تقنيات تحويل طاقة الموجة، ثم ذكر دورة الهواء. كما أشار إلى نظام المد والجزر، وكيفية



إنتاج الطاقة من هذه العملية، فذكر نظام المد مفرد البركة، والنظام المعدل لمفرد البركة، ونظام البركتان.

خصص المؤلف **الباب التاسع عشر** للخلايا الشمسية التي تعد المستقبل الواعد لإنتاج الطاقة الكهربائية؛ حيث شرح طاقة الفوتون، ونظرية الخلايا الشمسية، وذكر أنواع الخلايا الشمسية، مثل: خلايا السيليكون وحيدة البلورة، ومتعددة البلورات، وغير المتبلورة، وخلايا زرنيخات الجاليوم، وخلايا متعددة الوصلات، وخلايا أخرى مع ذكر أقصى كفاءة لكل نوع من الخلايا. ثم انتقل المؤلف إلى موضوع تشغيل الخلية الشمسية، وخصائص أدائها، كما ذكر مفقود الطاقة الشمسية للخلية، وعملية تحليل الأداء. وأشار إلى موضوع تخزين الطاقة، وكيفية تصميم محطة توليد شمسية، وطرق حساب زاوية ميل الوحدة الشمسية. كما ذكر المؤلف التطبيقات الكثيرة للخلايا الشمسية؛ فذكر ميزات تحويل الطاقة الشمسية وقيودها. ثم تطرق المؤلف إلى مبادئ حالة الصلابة، وطاقة **فيرمي** وطريقة حسابها، كما ذكر نظرية النطاق التي توضح خصائص الموصلات من أشباه الموصلات.

تطرق المؤلف في **الباب العشرين** إلى موضوع مصادر طاقة المستقبل، ذاكراً منها نوعين هما: طاقة الاندماج النووي، وطاقة الهيدروجين. فتحدث بمقدمة عن كل منهما وعن مميزاتهما ومصادر إنتاجهما والتطبيقات والنظريات المتعلقة بهما.

خصص المؤلف **الباب الحادي والعشرين** لأنظمة الطاقة المرتبطة، مقدماً نصائح كثيرة ومهمة تهتم بكافة المجالات الكهربائية، سواء في توليدها أو استخدامها، وتمحورت هذه النصائح حول جوانب اقتصادية وأخرى صناعية، مؤكدًا بنظريات تساعد بشكل ملموس في رفع الكفاءة، وهي موجهة إلى المستهلك وإلى مقدم الخدمة على حد سواء، وأشار أيضا إلى التطور الصناعي، وتخزين الطاقة الميكانيكية، وتخزين الطاقة الكهروكيميائية "في البطاريات"، ومواضيع أخرى كثيرة ومتنوعة.

ختاماً يقدم هذا الكتاب موضوع توليد الطاقة الكهربية لطلبة الهندسة الكهربائية والمهندسين والفنيين العاملين في هذا المجال، عسى أن يجدوا فيه المعرفة الدقيقة السهلة التي تشبع المحترف وتدرب الفني وتمرن المبتدئ.