دائـــــرة الـــطـــاقـــة
DEPARTMENT OF ENERGY

دليل لاختياروشراء وتشغيل للأجهزة ذات كفاءة عالية

وثيقة إرشادية – الأجهزة والأنظمة الموفرة للطاقة

تاريخ السريان: 2026/01/01

ص.ب: 32800، أبوظبي، الإمارات العربية المتحدة | هاتف: 2070777 2 971+
www.doe.gov.ae

Confidential-External

المحتويات

المحتويات 2
قائمة التحديثات على المستند 3
1. المقدمة 4
1.1 الغرض 4
1.2 الهدف 4
1.3 نطاق التطبيق 5
1.4 مسؤولية التطبيق 5
1.5 المراجع 5
1.6 التوزيع 6
2. التعريفات والمصطلحات 7
3. تشغيل الأجهزة والأنظمة ذات الكفاءة العالية 8
3.1 المبادئ الأساسية 8
3.2 الإرشادات الفنية حسب النظام 8
3.3 أنظمة التكييف (HVAC) 9
3.4 تسخين المياه 12
3.5 الإنارة 13
3.6 المضخات والمحركات (للمنشآت التجارية/الصناعية) 13
3.7 خطوات الاستخدام (User Journey) 15
3.8 إجراءات تحسين كفاءة استهلاك الطاقة 16
3.9 بطاقة كفاءة الطاقة 17
متطلبات تطبيقية للقطاعات 19
4. أنظمة الري الزراعية عالية الكفاءة 20
4.1 النطاق 20
4.2 المبادئ الأساسية لأنظمة الري عالية الكفاءة 21
4.3 تقنيات الري الموصى بها 21
4.4 كفاءة الضخ والطاقة 22
4.5 التشغيل الذكي 22
4.6 السلوكيات الافتراضية 22
4.7 كفاءة المضخات وأهمية اختيار المضخة المثلى 23
4.8 معايير اتخاذ قرار الشراء السريع للمضخات 23
4.9 مؤشرات الأداء المقترحة (KPIs) 24
5. الملاحق 26

تعتبر حقوق نشر هذه الوثيقة محفوظة وتحتوي على معلومات قيمة وخاصة. ولا يجوز استنساخها أو مشاركتها بأي شكل من الأشكال أو بأي وسيلة دون الحصول على موافقة مسبقة من دائرة الطاقة في أبوظبي.
Confidential-External
DoE-QMS-XF-10 Rev.0

قائمة التحديثات على المستند

الرقم المرجعي لطلبات التحديث على المستند	رقم الصفحة	ملخص التحديث	تاريخ السريان الجديد

تعتبر حقوق نشر هذه الوثيقة محفوظة وتحتوي على معلومات قيمة وخاصة. ولا يجوز استنساخها أو مشاركتها بأي شكل من الأشكال أو بأي وسيلة دون الحصول على موافقة مسبقة من دائرة الطاقة في أبوظبي.
Confidential-External
DoE-QMS-XF-10 Rev.0

1. المقدمة

1.1 الغرض

تُعد كفاءة الأجهزة وتشغيلها الفعال من الركائز الأساسية لتحقيق الاستدامة وتقليل التكاليف في مختلف القطاعات. يهدف هذا الدليل إلى استعراض أفضل الممارسات لاختيار وتشغيل الأجهزة عالية الكفاءة، مع التركيز على أهمية اعتماد معايير واضحة وبيانات أداء دقيقة عند الشراء والتشغيل. كما يشير إلى الخطوات العملية لتقليل استهلاك الطاقة والمياه، وتحقيق وفورات مستدامة في التكاليف، بالإضافة إلى التركيز على تعزيز كفاءة الأجهزة بغرض تقليل الأحمال القصوى وتعزيز الاستدامة المالية المرتبطة بالاستثمارات الرأسمالية في البنية التحتية للطاقة.

ومن الفوائد المباشرة التي تعود على المستهلكين عند الالتزام بهذه الممارسات:

- تخفيض فواتير الطاقة والمياه بشكل ملحوظ نتيجة انخفاض الاستهلاك اليومي.
- ارتفاع مستوى الراحة داخل المنزل أو مكان العمل بفضل الأجهزة الأكثر كفاءة واستقراراً في أدائها.
- إطالة عمر الأجهزة وتقليل تكاليف الصيانة والإصلاح على المدى الطويل.
- المساهمة في الحفاظ على البيئة عبر تقليل الانبعاثات الكربونية واستهلاك الموارد الطبيعية.
- الحصول على قيمة أعلى مقابل الاستثمار في الأجهزة، حيث تزداد فعالية التكلفة مع مرور الوقت مقارنة بالأجهزة الأقل كفاءة.

1.2 الهدف

يهدف هذا الدليل إلى تقديم إطار عملي وسلوكي فعّال يمكّن الأفراد والمنشآت من تحقيق أفضل الممارسات في اختيار وتشغيل الأجهزة والأنظمة ذات الكفاءة العالية. يستند الدليل إلى مجموعة من المبادئ التي تضمن تحقيق أقصى استفادة من التقنيات المتاحة، مع التركيز على النتائج الفعلية لاستخدام هذه الأجهزة .

1. اختيار الأجهزة والأنظمة عالية الكفاءة:
   يعتمد اختيار الأجهزة والأنظمة داخل المنشآت على بيانات الأداء الفعلي، مما يضمن الحصول على منتجات تفي بالمعايير المطلوبة وتحقق الكفاءة المرجوة في استهلاك الطاقة والمياه.
2. خفض استهلاك الطاقة والمياه:
   يوجه الدليل المستخدمين إلى تبني حلول وأجهزة تسهم في تقليل معدلات استهلاك الطاقة والمياه، ما يؤدي إلى توفير دائم في التكاليف التشغيلية وتحقيق أهداف الاستدامة.
3. تقليل التكلفة الكلية لدورة الحياة للأجهزة:
   يؤكد الدليل على أهمية النظر إلى التكلفة الكلية لدورة حياة الأجهزة (LCC)، بدلاً من التركيز فقط على سعر الشراء، وذلك لتحقيق وفورات مالية على المدى الطويل وتقليل الأعباء الاقتصادية.
4. ترسيخ السلوكيات التشغيلية المستدامة:
   يدعم الدليل بناء منهجيات تشغيلية مستدامة ضمن المنشآت، بحيث تصبح الكفاءة جزءاً أساسياً من ثقافة العمل اليومية وتعزز من استدامة الموارد.

تعتبر حقوق نشر هذه الوثيقة محفوظة وتحتوي على معلومات قيمة وخاصة. ولا يجوز استنساخها أو مشاركتها بأي شكل من الأشكال أو بأي وسيلة دون الحصول على موافقة مسبقة من دائرة الطاقة في أبوظبي.
Confidential-External DoE-QMS-XF-10 Rev.0

5. تقليل الأحمال على الشبكة وتأجيل الاستثمارات الرأسمالية:

من خلال تحسين كفاءة الأجهزة والأنظمة، يمكن تقليل الأحمال القصوى على الشبكات، مما يتيح تأجيل أو تقليص الحاجة إلى استثمارات رأسمالية إضافية في البنية التحتية للطاقة.

1.3 نطاق التطبيق

يشمل هذا الدليل جميع القطاعات الحيوية داخل المنشآت، حيث يغطي كلًا من القطاع السكني، التجاري، الحكومي، الصناعي، والزراعي.

ويمتد نطاقه ليشمل الأنظمة الأساسية المؤثرة في كفاءة الطاقة واستهلاك المياه في المنشآت، وهي:

- أنظمة التكييف والتبريد
- أنظمة تسخين المياه
- أنظمة الإنارة
- الأجهزة الكهربائية
- المضخات والمحركات
- أنظمة الري

يهدف ذلك إلى ضمان شمولية التوجيهات والإجراءات الموصي بها لجميع المرافق وأنواع الاستخدام، بما يدعم تحقيق الكفاءة التشغيلية والاستدامة في مختلف البيئات والمؤسسات.

1.4 مسؤولية التطبيق

تشمل مسؤولية تطبيق هذا الدليل جميع الأطراف ذات العلاقة في المنشآت، حيث تقع على عاتق مالك العقار أو المنشأة أو مستخدمه او المسؤول عليه الالتزام بالتوجيهات والإجراءات الموصى بها. كما ينبغي على فرق التشغيل والصيانة متابعة تنفيذ الأنظمة والإشراف على تطبيق المعايير المحددة لتحقيق أهداف الدليل. ويُحَث القاطنين والمستخدمين و جميع الموظفين على المساهمة الفاعلة في تعزيز كفاءة الطاقة وترشيد استهلاك المياه، من خلال الالتزام بأسس التشغيل المستدام والتعاون في اعتماد سياسات الكفاءة التشغيلية و تطبيق الممارسات المثلى داخل مختلف القطاعات الحيوية للمنشأة.

1.5 المراجع

تم إعداد هذا الدليل بالاستناد إلى مجموعة من المراجع الموثوقة والمعايير المعتمدة في مجالات كفاءة الطاقة وترشيد استهلاك المياه. وقد شملت المراجع أفضل الممارسات العالمية، بالإضافة إلى اللوائح والتنظيمات المحلية ذات الصلة بأنظمة التكييف والتبريد، وتسخين المياه، والإنارة، والأجهزة الكهربائية، والمضخات والمحركات، وأنظمة الري. كما تم الاستفادة من خبرات فرق التشغيل والصيانة والتوصيات الصادرة عن الجهات المختصة لضمان شمولية التوجيهات والإجراءات الموصى بها، وبما يدعم تحقيق الكفاءة التشغيلية والاستدامة في جميع القطاعات الحيوية للمنشآت.

تعتبر حقوق نشر هذه الوثيقة محفوظة وتحتوي على معلومات قيمة وخاصة. ولا يجوز استنساخها أو مشاركتها بأي شكل من الأشكال أو بأي وسيلة دون الحصول على موافقة مسبقة من دائرة الطاقة في أبوظبي.
Confidential-External DoE-QMS-XF-10 Rev.0

1.6 التوزيع

يُعد توزيع المسؤوليات والمهام المتعلقة بتطبيق الدليل أمرًا جوهريًا لضمان تحقيق الكفاءة التشغيلية والاستدامة داخل المنشآت. إذ تقع مسؤولية الالتزام بالتوجيهات والإجراءات الموصى بها على مالك العقار أو المنشأة، أو مستخدمها، أو المسؤول عنها، مع ضرورة تعاون جميع الأطراف ذات العلاقة لتحقيق أهداف الدليل. كما تُسند مهام متابعة تنفيذ الأنظمة والإشراف على تطبيق المعايير إلى فرق التشغيل والصيانة، لضمان الامتثال الكامل للسياسات والإجراءات الموصى بها. بالإضافة إلى ذلك، يُحث القاطنون والمستخدمون وجميع الموظفين على المساهمة الفاعلة في تعزيز كفاءة الطاقة وترشيد استهلاك المياه، وذلك من خلال الالتزام بأسس التشغيل المستدام والتعاون في تطبيق سياسات الكفاءة التشغيلية والممارسات المثلى في جميع القطاعات الحيوية للمنشأة.

تعتبر حقوق نشر هذه الوثيقة محفوظة وتحتوي على معلومات قيمة وخاصة. ولا يجوز استنساخها أو مشاركتها بأي شكل من الأشكال أو بأي وسيلة دون الحصول على موافقة مسبقة من دائرة الطاقة في أبوظبي.
Confidential-External DoE-QMS-XF-10 Rev.0

2. التعريفات والمصطلحات

- **الكفاءة التشغيلية:** تحقيق أعلى إنتاجية بأقل استهلاك ممكن للطاقة والمياه، مع الحفاظ على جودة الأداء.
- **التشغيل المستدام:** تطبيق ممارسات تشغيلية وإدارية تضمن استمرارية الموارد وتقليل الأثر البيئي على المدى الطويل.
- **الأجهزة ذات الكفاءة العالية:** أجهزة كهربائية أو ميكانيكية تستهلك طاقة أو مياه أقل مقارنة بالأجهزة التقليدية لتحقيق الوظيفة نفسها.
- **فرق التشغيل والصيانة:** الفرق المسؤولة عن الإشراف اليومي وتنفيذ أعمال الصيانة والتشغيل للأنظمة المختلفة في المنشأة.
- **الممارسات المثلى:** إجراءات وتدابير معتمدة عالميًا ثبتت فعاليتها في رفع كفاءة استخدام الطاقة والمياه.
- **سياسات الكفاءة التشغيلية:** مجموعة القواعد والتعليمات التي توجه عمليات التشغيل نحو تحقيق الكفاءة والترشيد.
- **أنظمة الري:** مجموعة المعدات والتقنيات المستخدمة لتوزيع المياه بشكل فعال على المساحات الخضراء أو المزروعات داخل المنشآت.
- **المستخدم/القاطن:** أي فرد يستفيد من مرافق المنشأة أو يتواجد فيها ويشارك في الالتزام بالإجراءات الموصى بها.
- **الجهات المختصة:** الجهات الرسمية أو المهنية المعنية بإصدار اللوائح والتنظيمات ومتابعة تطبيق معايير الكفاءة والاستدامة.
- **الطاقة:** القدرة على أداء عمل أو تشغيل جهاز أو نظام ضمن المنشأة، وتُقاس غالبًا بالكيلوواط ساعة (kWh).
- **ترشيد استهلاك المياه:** تطبيق الممارسات والإجراءات التي تهدف إلى تقليل استخدام المياه دون التأثير على مستوى الخدمة أو الراحة.
- **دورة حياة الجهاز:** الفترة الزمنية الممتدة من شراء الجهاز حتى استبعاده، وتُحتسب ضمن التكاليف والعائدات التشغيلية.
- **المعايير المحلية:** اللوائح والتنظيمات التي تصدرها الجهات الوطنية لضبط الأداء والتحكم في كفاءة الطاقة وترشيد المياه.
- **المضخات:** أجهزة ميكانيكية تُستخدم لنقل المياه أو السوائل الأخرى داخل أنظمة المنشأة.
- **المحركات:** أجهزة كهربائية أو ميكانيكية تُستخدم لتشغيل المعدات والتجهيزات المختلفة في المنشآت.
- **الإنارة:** أنظمة الإضاءة الداخلية أو الخارجية في المنشآت، وتشمل اللمبات والمصابيح وأجهزة التحكم بالإضاءة.
- **التكييف والتبريد (HVAC):** الأنظمة المستخدمة للتحكم في درجات الحرارة والرطوبة في الأماكن الداخلية.
- **تسخين المياه:** الأنظمة أو المعدات التي تُستخدم لرفع درجة حرارة المياه لتلبية الاحتياجات المختلفة في المنشأة.

تعتبر حقوق نشر هذه الوثيقة محفوظة وتحتوي على معلومات قيمة وخاصة. ولا يجوز استنساخها أو مشاركتها بأي شكل من الأشكال أو بأي وسيلة دون الحصول على موافقة مسبقة من دائرة الطاقة في أبوظبي.
Confidential-External DoE-QMS-XF-10 Rev.0

3. تشغيل الأجهزة والأنظمة ذات الكفاءة العالية

3.1 المبادئ الأساسية

تستند منهجية التشغيل المستدام في المنشآت إلى مجموعة من المبادئ الأساسية التي تضمن تحقيق الكفاءة في استهلاك الطاقة والمياه، وتحافظ على الأداء الأمثل للأنظمة والتجهيزات المختلفة. فيما يلي عرض مفصل لهذه المبادئ والتفسير التنظيمي لكل منها، بالإضافة إلى المعايير المستخدمة لاتخاذ القرار المناسب:

المبدأ	تفصيل	معيار القرار
الكفاءة أولًا	يتم اختيار الأجهزة والأنظمة ذات الأداء الطاقي الأعلى المتاح، لضمان تحقيق أكبر قدر ممكن من التوفير في استهلاك الطاقة.	قياس الاستهلاك: أقل عدد كيلوواط ساعة (kWh) لكل وحدة خدمة.
تكلفة دورة الحياة للأجهزة	تؤخذ في الاعتبار جميع التكاليف المرتبطة بشراء وتشغيل وصيانة الأجهزة طوال فترة استخدامها، لضمان جدوى الاستثمار على المدى البعيد.	المعايير المالية: صافي القيمة الحالية (NPV) أو تكلفة دورة الحياة (LCC).
السعة المناسبة	يتم التأكد من ملاءمة سعة الأجهزة والأنظمة مع حجم الحمل الفعلي، لتجنب المبالغة في التحجيم وما ينتج عنها من هدر في الطاقة.	تحديد السعة بناءً على الحمل الفعلي (Load-based sizing).
أنظمة التحكم	توظف أنظمة التحكم الذكية مثل الحساسات والمؤقتات ومحولات السرعة المتغيرة، للحد من الهدر التشغيلي وتحسين كفاءة الاستخدام.	استخدام أجهزة التحكم مثل الحساسات (Sensors)، المؤقتات (Timers)، ومحولات السرعة المتغيرة (VSD).
الصيانة الدورية	تنفذ برامج الصيانة الوقائية بشكل منتظم للحفاظ على الأداء الاسمي للأجهزة وضمان استمرارية الكفاءة التشغيلية.	تطبيق الصيانة الوقائية (Preventive maintenance).
الإدارة المبنية على البيانات	أي قرار تشغيلي أو استثماري يجب أن يستند إلى قياس فعلي (Metering/Monitoring) وليس تقديرات.	- وجود عدادات فرعية لكل حمل رئيسي (>10%) من الاستهلاك - توفر بيانات 15–60 دقيقة على الأقل. - خط أساس (Baseline) موثق قبل أي إجراء.

3.2 الإرشادات الفنية حسب النظام

تستند الإرشادات الفنية لتحسين كفاءة الطاقة إلى مجموعة من المحاور الأساسية التي تضمن التشغيل الأمثل للأجهزة والأنظمة وتقليل الهدر في الموارد والطاقة.

3.2.1 السعة المناسبة

يتم التأكد من ملاءمة سعة الأجهزة والأنظمة مع حجم الحمل الفعلي، وذلك لتفادي المبالغة في التحجيم التي قد تؤدي إلى هدر في الطاقة.

يتم تحديد السعة بناءً على الحمل الفعلي (Load-based sizing)، مما يحقق التوازن بين متطلبات التشغيل وكفاءة استهلاك الطاقة.

تعتبر حقوق نشر هذه الوثيقة محفوظة وتحتوي على معلومات قيمة وخاصة. ولا يجوز استنساخها أو مشاركتها بأي شكل من الأشكال أو بأي وسيلة دون الحصول على موافقة مسبقة من دائرة الطاقة في أبوظبي.
Confidential-External DoE-QMS-XF-10 Rev.0

3.2.2 أنظمة التحكم

تُستخدم أنظمة التحكم الذكية مثل الحساسات (Sensors)، والمؤقتات (Timers)، ومحولات السرعة المتغيرة (VSD)، للحد من الهدر التشغيلي وتحسين كفاءة الاستخدام. تسهم هذه الأدوات في ضبط أداء الأجهزة بما يتناسب مع الحاجة الفعلية والتقليل من التشغيل غير الضروري.

3.2.3 الصيانة الدورية

تُنفذ برامج الصيانة الوقائية بشكل منتظم للحفاظ على الأداء الاسمي للأجهزة وضمان استمرارية الكفاءة التشغيلية. ويشمل ذلك تطبيق الصيانة الوقائية (Preventive maintenance) التي تهدف إلى معالجة الأعطال قبل حدوثها، مما يطيل من عمر الأجهزة ويحافظ على مستوى أدائها.

3.3 أنظمة التكييف (HVAC)

تُعد أنظمة التكييف (HVAC) جزءًا أساسيًا من كفاءة الطاقة في المباني، وتتمحور الاستراتيجيات الفعالة حول عدة محاور رئيسية لضمان التشغيل المثالي وتقليل الهدر.

السعة المناسبة

يتم التأكد من ملاءمة سعة أجهزة وأنظمة التكييف مع حجم الحمل الفعلي، حيث يساهم تحديد السعة بناءً على الحمل الفعلي (Load-based sizing) في تقليل المبالغة في التحجيم، مما يحد من الهدر في الطاقة ويحافظ على كفاءة التشغيل.

أنظمة التحكم

توظف أنظمة التحكم الذكية مثل الحساسات (Sensors)، والمؤقتات (Timers)، ومحولات السرعة المتغيرة (VSD)، للحد من الهدر التشغيلي وتحسين كفاءة الاستخدام ضمن أنظمة التكييف.

الصيانة الدورية

تُنفذ برامج الصيانة الوقائية بشكل منتظم للحفاظ على الأداء الاسمي للأجهزة وضمان استمرارية الكفاءة التشغيلية لأنظمة التكييف، وذلك من خلال تطبيق الصيانة الوقائية (Preventive maintenance).

تعتبر حقوق نشر هذه الوثيقة محفوظة وتحتوي على معلومات قيمة وخاصة. ولا يجوز استنساخها أو مشاركتها بأي شكل من الأشكال أو بأي وسيلة دون الحصول على موافقة مسبقة من دائرة الطاقة في أبوظبي.
Confidential-External DoE-QMS-XF-10 Rev.0

المتطلبات الفنية والتشغيل الامثل والأثر المتوقع لأنظمة التكييف

تعتمد كفاءة أنظمة التكييف (HVAC) بشكل كبير على الالتزام بمجموعة من المتطلبات الفنية والتشغيلية التي تهدف إلى تحسين الأداء وتقليل الهدر في استهلاك الطاقة. من أبرز هذه المتطلبات ضرورة اختيار أجهزة تكييف تعتمد على تقنية العاكس (Inverter) أو أنظمة تدفق التبريد المتغير (VRF)، وذلك لما توفره من مرونة عالية في ضبط القدرة التشغيلية حسب الحاجة الفعلية، مما ينعكس إيجابًا على كفاءة الطاقة.

كما يجب التأكد من حصول الأجهزة على تصنيف كفاءة مرتفع مثل (EER/SEER/COP)، مع الحرص على مطابقة سعة التكييف مع الحمل الفعلي، بحيث لا تتجاوز نسبة المبالغة في السعة 15%، الأمر الذي يمنع الهدر الناتج عن التحجيم الزائد للأجهزة. ومن المهم أيضًا اعتماد أنظمة تحكم ذكية مدعمة بحساسات إشغال، تتيح تشغيل التكييف فقط عند الحاجة الفعلية، مما يسهم في تقليل التشغيل غير الضروري. تتوقف كفاءة أنظمة التكييف (HVAC) على اتباع مجموعة من المتطلبات الفنية والتشغيلية التي تهدف إلى تحسين الأداء وتقليل استهلاك الكهرباء. لفهم كيفية تحقيق الكفاءة، نوضح بعض المصطلحات التقنية بطريقة مبسطة:

- تقنية العاكس (Inverter): تعني أن الجهاز يستطيع تعديل سرعته بحسب الحاجة الفعلية، بدلاً من العمل بكامل طاقته طوال الوقت، مما يوفر الطاقة ويُطيل عمر الجهاز.
- أنظمة تدفق التبريد المتغير (VRF): هي أنظمة مرنة توزع البرودة فقط للأماكن التي تحتاج، وتقلل التشغيل في الأماكن غير المستخدمة، فتساعد في تقليل الهدر.
- تصنيفات الكفاءة (EER/SEER/COP): تشير إلى مدى فعالية الجهاز في تبريد الهواء مقابل كمية الكهرباء التي يستهلكها. كلما ارتفع هذا الرقم، كان الجهاز أكثر توفيرًا للطاقة.

ولتوضيح ذلك بشكل عملي، تخيل مكتبًا صغيرًا قام بتركيب نظام تحكم ذكي مرتبط بحساسات للحركة، بحيث يعمل التكييف فقط عند تواجد الموظفين. بعد ثلاثة أشهر، لاحظت الإدارة انخفاض استهلاك الكهرباء بنسبة 20% مقارنة بنفس الفترة من العام الماضي. في مثال آخر، منزل اعتمد ضبط درجة حرارة المكيف بين 24 و25 درجة مئوية وأغلق الغرف غير المستخدمة، ما أدى إلى انخفاض الفاتورة الشهرية بشكل ملموس.

ولتحقيق أفضل النتائج وتطبيق الكفاءة في أنظمة التكييف، إليك قائمة توصيات عملية:

- مراجعة سعة المكيف بشكل دوري والتأكد من ملاءمتها لاحتياجات المكان، وتجنب الأجهزة ذات السعة الزائدة
- ضبط درجات الحرارة على 22 الى 24 درجة مئوية بشكل منتظم.
- إغلاق الغرف غير المستخدمة لتقليل الهدر في التبريد.
- تنظيف فلاتر الهواء كل شهر إلى ثلاثة أشهر للحفاظ على كفاءة الجهاز.
- الاستعانة بفني مختص لفحص وصيانة أنظمة التكييف سنويًا.
- تركيب أنظمة تحكم ذكية أو مؤقتات تشغيل، خاصة في المكاتب أو المنشآت الكبيرة.

باتباع هذه الخطوات البسيطة، يمكن لأي منزل أو مكتب الاستفادة من تكييف أكثر فعالية وتوفير ملموس في فواتير الكهرباء، مع الحفاظ على بيئة مريحة وصحية.

تعتبر حقوق نشر هذه الوثيقة محفوظة وتحتوي على معلومات قيمة وخاصة. ولا يجوز استنساخها أو مشاركتها بأي شكل من الأشكال أو بأي وسيلة دون الحصول على موافقة مسبقة من دائرة الطاقة في أبوظبي.
Confidential-External
DoE-QMS-XF-10 Rev.0

التشغيل الأمثل

وفيما يتعلق بالتشغيل الامثل، ينبغي ضبط درجات حرارة التكييف من 22-24 مئوية أو درجة أو درجتين تبريد أعلى عن المعتاد، وإغلاق الغرف غير المستخدمة للحد من هدر الطاقة، بالإضافة إلى الاهتمام بتنظيف مرشح الهواء (الفلاتر) بشكل دوري كل شهر إلى ثلاثة أشهر للحفاظ على كفاءة تدفق الهواء ونظافة الجهاز.

الأثر المتوقع

تؤدي هذه الإجراءات إلى تحقيق نتائج ملحوظة، إذ يُتوقع خفض استهلاك الطاقة بنسبة تتراوح بين 10% إلى 30%، إضافة إلى تقليص الحمل على الشبكة الكهربائية بنسبة تتراوح بين 20% إلى 40%، مما يعزز من الاستدامة التشغيلية ويقلل من التكاليف التشغيلية على المدى الطويل.

- 10-30% خفض استهلاك
- 20-40% خفض في الحمل على الشبكة

تعتبر حقوق نشر هذه الوثيقة محفوظة وتحتوي على معلومات قيمة وخاصة. ولا يجوز استنساخها أو مشاركتها بأي شكل من الأشكال أو بأي وسيلة دون الحصول على موافقة مسبقة من دائرة الطاقة في أبوظبي.
Confidential-External DoE-QMS-XF-10 Rev.0

3.4 تسخين المياه

تسخين المياه يُعد من الجوانب الأساسية في استهلاك الطاقة داخل المنازل والمنشآت، ويمكن تحقيق كفاءة أعلى من خلال اعتماد حلول مثل السخان الشمسي أو المضخة الحرارية، مع أهمية تطبيق العزل الحراري للخزانات والأنابيب. إضافة إلى ذلك، يساهم تركيب مؤقت تشغيل أو أنظمة تحكم ذكية في ضبط أوقات تشغيل السخان حسب الحاجة، مما يقلل من الهدر الكهربائي. هذه الإجراءات، إلى جانب ما سبق من توصيات في مجال التكييف، توفر إطارًا متكاملاً لتحسين كفاءة الطاقة وتقليل التكلفة الشهرية، مع ضمان راحة المستخدم واستدامة الموارد.

3.4.1 توصيات لتحسين كفاءة تسخين المياه

- سخان شمسي أو مضخة حرارية

لتحقيق أعلى مستويات الكفاءة في تسخين المياه داخل المنازل والمنشآت، يُوصى باعتماد السخان الشمسي أو المضخة الحرارية كبدائل فعّالة للسخانات الكهربائية التقليدية. يسهم استخدام هذه التقنيات في تقليل استهلاك الطاقة بشكل ملحوظ.

- عزل حراري للخزانات والأنابيب

كما يُنصح بتطبيق العزل الحراري للخزانات والأنابيب، إذ يحد ذلك من فقد الحرارة ويحافظ على درجة حرارة المياه لفترة أطول، مما يقلل من الحاجة إلى إعادة التسخين المتكرر.

- مؤقت تشغيل أو تحكم ذكي

بالإضافة إلى ذلك، يُعتبر تركيب مؤقت تشغيل أو أنظمة تحكم ذكية خطوة مهمة لضبط أوقات عمل السخان حسب الحاجة الفعلية، وبالتالي الحد من الهدر الكهربائي ورفع كفاءة الاستهلاك.

المقارنة التقريبية

التقنية	استهلاك نسبي
سخان كهربائي تقليدي	100%
مضخة حرارية	%40-30
سخان شمسي	%20-10

تعتبر حقوق نشر هذه الوثيقة محفوظة وتحتوي على معلومات قيمة وخاصة. ولا يجوز استنساخها أو مشاركتها بأي شكل من الأشكال أو بأي وسيلة دون الحصول على موافقة مسبقة من دائرة الطاقة في أبوظبي.
Confidential-External DoE-QMS-XF-10 Rev.0

يتضح من الجدول أعلاه أن السخانات الشمسية والمضخات الحرارية توفران مستويات استهلاك طاقة أقل بكثير مقارنة بالسخانات الكهربائية التقليدية، حيث يراوح استهلاك السخان الشمسي بين 10% و20% فقط من الاستهلاك التقليدي، بينما تستهلك المضخة الحرارية حوالي 30% إلى 40%. هذا الانخفاض الملحوظ في استهلاك الطاقة ينعكس إيجاباً على تكاليف التشغيل ويحسن من كفاءة المنشأة أو المنزل.

3.5 الإنارة

عند الانتقال إلى مجال الإنارة، يوصى بالاعتماد على أنظمة LED واستخدام حساسات الحركة والضوء الطبيعي، بالإضافة إلى تقسيم دوائر الإنارة حسب الاستخدام، ما يحقق وفراً يتراوح بين 50% و80% مقارنة بالأنظمة التقليدية مثل الفلورسنت والهالوجين. هكذا تترابط تقنيات الترشيد في التدفئة والإنارة لتوفر حلولاً متكاملة لرفع كفاءة الطاقة وتقليل الهدر في مختلف جوانب الاستهلاك المنزلي والتجاري.

3.5.1 توصيات للترشيد في الإنارة

لتحقيق وفورات كبيرة في استهلاك الطاقة بمجال الإنارة، يُنصح بالاعتماد على:

- مصابيح LED فقط

نظراً لكفاءتها العالية واستهلاكها المنخفض للطاقة مقارنة بالتقنيات التقليدية مثل الفلورسنت والهالوجين.

- تركيب حساسات الحركة والضوء الطبيعي

تساهم بشكل فعال في تقليل الهدر من خلال تشغيل الإنارة فقط عند الحاجة أو توفر ظروف الإضاءة الطبيعية.

- تقسيم دوائر الإنارة حسب الاستخدام

يُعد تقسيم دوائر الإنارة حسب الاستخدام من الممارسات المهمة، حيث يسمح بالتحكم في تشغيل الإنارة بشكل جزئي وفقاً لمناطق النشاط والاستخدام الفعلي، ما يعزز فعالية الترشيد ويرفع كفاءة الطاقة في المنشآت والمنازل.

الأثر

- 50-80% توفير مقارنة بالفلورسنت/الهالوجين

3.6 المضخات والمحركات (للمنشآت التجارية/الصناعية)

تمثل المضخات والمحركات جزءًا أساسياً في استهلاك الطاقة داخل المنشآت التجارية والصناعية، ولذلك فإن اتباع توصيات الترشيد في هذا المجال يساهم بشكل ملموس في خفض الاستهلاك وتحقيق الكفاءة. من أهم التوصيات:

- استخدام محركات عالية الكفاءة من الفئتين IE3 أو IE4 او أعلى ، لما لها من قدرة على تقليل الفاقد في الطاقة مقارنة بالمحركات التقليدية.
- تركيب أنظمة التحكم في السرعة (VSD)، حيث تتيح هذه التقنية ضبط سرعة تشغيل المحركات حسب الحاجة الفعلية، مما يحد من التشغيل غير الضروري ويقلل الاستهلاك.

تعتبر حقوق نشر هذه الوثيقة محفوظة وتحتوي على معلومات قيمة وخاصة. ولا يجوز استنساخها أو مشاركتها بأي شكل من الأشكال أو بأي وسيلة دون الحصول على موافقة مسبقة من دائرة الطاقة في أبوظبي.
Confidential-External DoE-QMS-XF-10 Rev.0

- تشغيل المضخات والمحركات حسب الطلب بدلاً من التشغيل المستمر، وذلك لضمان عدم استهلاك الطاقة إلا عند الحاجة الفعلية للتشغيل.

وتنعكس تلك الإجراءات على تحقيق خفض في استهلاك الطاقة بنسبة تتراوح بين 20% و50%، ما يسهم في تحسين كفاءة التشغيل وتقليل التكاليف التشغيلية للمنشآت.

3.6.1 التوصيات لترشيد استهلاك الطاقة في المضخات والمحركات

تعتمد كفاءة استهلاك الطاقة في المضخات والمحركات داخل المنشآت التجارية والصناعية بشكل أساسي على اتباع مجموعة من التوصيات المحددة، والتي تضمن تحقيق وفورات ملموسة في الاستهلاك التشغيلي. تشمل أبرز هذه التوصيات ما يلي:

- استخدام محركات عالية الكفاءة من الفئتين IE3 أو IE4 او أعلى حسب توفرها في الأسواق:

توفر هذه المحركات قدرة أكبر على تقليل الفاقد في الطاقة مقارنة بالمحركات التقليدية، مما يساهم في خفض الاستهلاك وتحسين الكفاءة التشغيلية.

- تركيب أنظمة التحكم في السرعة (VSD):

تتيح هذه التقنية إمكانية ضبط سرعة تشغيل المحركات حسب الحاجة الفعلية، وبالتالي الحد من التشغيل غير الضروري وتقليل استهلاك الطاقة.

- تشغيل المضخات والمحركات حسب الطلب بدلاً من التشغيل المستمر:

يساهم هذا التوجه في ضمان عدم استهلاك الطاقة إلا عند الحاجة الفعلية للتشغيل، الأمر الذي يؤدي إلى تحقيق كفاءة أعلى في إدارة الطاقة داخل المنشآت.

الأثر

- 20-50% خفضاً للاستهلاك .

تعتبر حقوق نشر هذه الوثيقة محفوظة وتحتوي على معلومات قيمة وخاصة. ولا يجوز استنساخها أو مشاركتها بأي شكل من الأشكال أو بأي وسيلة دون الحصول على موافقة مسبقة من دائرة الطاقة في أبوظبي.
Confidential-External
DoE-QMS-XF-10 Rev.0

3.7 خطوات الاستخدام (User Journey)

من خلال اتباع خطوات الاستخدام الموصى بها، يمكن تحقيق كفاءة عالية في إدارة استهلاك الطاقة للمضخات والمحركات داخل المنشآت التجارية والصناعية. تبدأ الرحلة بتحديد الحاجة الفعلية للمضخات والمحركات من حيث الحمل والسعة، مما يضمن اختيار الحل الأمثل وفقًا لمتطلبات المنشأة. بعد ذلك، تتم مقارنة بطاقة الكفاءة بين الخيارات المتاحة، ما يساعد في اتخاذ قرار مستنير بناءً على الأداء الطاقي لكل جهاز.

تلي هذه المرحلة عملية حساب التكلفة الكلية لدورة الحياة، حيث يتم الأخذ بعين الاعتبار جميع التكاليف المرتبطة بالتشغيل والصيانة، وليس فقط تكلفة الشراء الأولية. ثم يأتي دور اختيار الأجهزة المعتمدة وذات الكفاءة العالية، مع الحرص على تركيبها بشكل احترافي لضمان أفضل أداء ممكن.

يلي ذلك تشغيل الأجهزة بكفاءة، مع تطبيق أفضل الممارسات التشغيلية التي تقلل من الهدر في الطاقة، بالإضافة إلى تنفيذ برنامج صيانة دورية وتتبّع الأداء لضمان استمرار الكفاءة وتحقيق وفورات الطاقة المستهدفة.

من خلال تطبيق خطوات الاستخدام الموصى بها، والتي تبدأ بتحديد الحاجة الفعلية للمضخات والمحركات من حيث الحمل والسعة، ثم مقارنة بطاقة الكفاءة بين الخيارات المتاحة، تليها عملية حساب التكلفة الكلية لدورة الحياة، واختيار الأجهزة المعتمدة وتركيبها بشكل احترافي، وصولاً إلى التشغيل بكفاءة عالية والصيانة الدورية مع تتبّع الأداء،

1. تحديد الحاجة الفعلية (الحمل/السعة)
2. مقارنة بطاقة الكفاءة
3. حساب التكلفة الكلية لدورة الحياة
4. اختيار جهاز معتمد
5. تركيب احترافي
6. تشغيل بكفاءة
7. صيانة دورية وتتبّع الأداء

يمكن تحقيق وفورات ملحوظة في استهلاك الطاقة تتراوح بين 20% و50%، خاصة عند دمج هذه الخطوات مع التوصيات التقنية مثل استخدام محركات عالية الكفاءة وأنظمة التحكم في السرعة، وكذلك اتباع السلوكيات الافتراضية مثل ضبط التكييف على درجة حرارة مثالية واستخدام الإضاءة LED وتشغيل وضع الاقتصاد وإطفاء الأجهزة في وضع الاستعداد، مما يعزز الإدارة المستدامة للطاقة ويرفع كفاءة التشغيل في المنشآت التجارية والصناعية.

تعتبر حقوق نشر هذه الوثيقة محفوظة وتحتوي على معلومات قيمة وخاصة. ولا يجوز استنساخها أو مشاركتها بأي شكل من الأشكال أو بأي وسيلة دون الحصول على موافقة مسبقة من دائرة الطاقة في أبوظبي.
Confidential-External
DoE-QMS-XF-10 Rev.0

3.8 إجراءات تحسين كفاءة استهلاك الطاقة

تتضمن الإجراءات التالية مجموعة من السلوكيات العملية المدعومة بمبررات فنية واضحة، تهدف إلى تقليل استهلاك الطاقة وتحسين الكفاءة في المنشآت أو المنازل.

السلوك	المبرر الفني
ضبط التكييف درجة او درجتين مئويتين اعلى او من 22 الى 24 درجة مئوية	**كل درجة زيادة في ضبط التكييف تقلل من الاستهلاك بنسبة تتراوح بين 6-8%، ما ينعكس إيجاباً على تقليل فاتورة الكهرباء.**
استخدام مصابيح LED فقط	توفر مصابيح LED أعلى فعالية ضوئية مقارنة بالأنواع التقليدية، مما يحقق نفس الإضاءة باستهلاك أقل للطاقة.
تشغيل وضع الاقتصاد للأجهزة	**يعمل تشغيل وضع الاقتصاد على تقليل الأحمال غير الضرورية، وبالتالي تخفيض استهلاك الطاقة الكلي للأجهزة.**
إطفاء الأجهزة في وضع الاستعداد	إبقاء الأجهزة في وضع الاستعداد يؤدي إلى هدر خفي للطاقة بنسبة تتراوح بين 5–10٪، لذا فإن إطفاء الأجهزة بالكامل يسهم في تقليل هذا الهدر.
جدولة تشغيل الأجهزة	**تساعد جدولة تشغيل الأجهزة على تقليل ساعات العمل الفعلية، ما يؤدي إلى ترشيد استهلاك الطاقة بصورة فعالة.**

التوعية والتغيير السلوكي

يجب تبني إجراءات لرفع التوعية وتوجيه التغيير السلوكي نحو الترشيد ورفع الكفاءة حيث يجب ان تتركز على ثلاثة عناصر رئيسية تؤثر في تبني السلوكيات المرشدة للطاقة داخل المباني السكنية أو التجارية وغيرها. فيما يلي عرض للعناصر الأساسية وكيفية تطبيقها:

العنصر	التطبيق
القدرة (Capability)	**توفير مواد توعوية وملصقات إرشادية بالقرب من الأجهزة، لرفع وعي الأفراد بطرق الاستخدام الأمثل وترشيد استهلاك الطاقة.**
الفرصة (Opportunity)	ضبط الأجهزة لتعمل افتراضيًا على وضع الاقتصاد، مما يتيح ترشيد الاستهلاك دون الحاجة لتدخل المستخدم المستمر.
الدافعية (Motivation)	**تقديم فواتير مقارنة مع متوسط الاستهلاك في الحي أو المبنى، إضافة إلى إرسال تنبيهات دورية حول مستوى استهلاك الكهرباء، لتحفيز المستخدمين على الاستمرار في السلوكيات المرشدة.**

لتحقيق فعالية أكبر في تطبيق إطار التغيير السلوكي، يمكن الاستفادة من الأدوات التالية:

- ملصقات فورية توضع بالقرب من الأجهزة لتذكير المستخدمين بأفضل الممارسات.
- تنبيهات استهلاك شهرية تصل للمستخدمين لتوضيح كميات الاستهلاك ومقارنته بالفترات السابقة.
- مقارنات مع متوسط استهلاك المبنى، لتعزيز روح التنافس الإيجابي بين السكان أو المستخدمين.
- استخدام أجهزة ذكية تتيح متابعة الاستهلاك بشكل لحظي ودقيق.

تعتبر حقوق نشر هذه الوثيقة محفوظة وتحتوي على معلومات قيمة وخاصة. ولا يجوز استنساخها أو مشاركتها بأي شكل من الأشكال أو بأي وسيلة دون الحصول على موافقة مسبقة من دائرة الطاقة في أبوظبي.
Confidential-External
DoE-QMS-XF-10 Rev.0

3.9 بطاقة كفاءة الطاقة

بطاقة كفاءة الطاقة تُعد ملصقًا معياريًا يُوضع على الأجهزة الكهربائية، ويهدف إلى توضيح الأداء الطاقي للجهاز للمستهلك بطريقة سهلة وواضحة. تعتمد البطاقة على مجموعة من العناصر الأساسية التي تُمكّن المشتري من المقارنة الموضوعية بين الأجهزة، وتتضمن:

- تصنيف بالنجوم أو الدرجات (A–G أو 1-5 نجوم) لبيان مستوى الكفاءة الطاقية للجهاز.
- الاستهلاك السنوي المتوقع للطاقة، ما يساعد المستخدم على تقدير كمية الكهرباء التي سيستهلكها الجهاز خلال سنة.
- مؤشرات الأداء الفني مثل (EER / SEER / COP / kWh/yr)، والتي تُمثل معايير فنية لقياس كفاءة الجهاز.
- السعة التشغيلية، التي تبيّن قدرة الجهاز على العمل ضمن ظروف وأحمال معينة.

تسهّل هذه المعلومات على المستهلك اتخاذ قرار شراء مدروس، بالتركيز على جودة وكفاءة الجهاز وليس فقط على السعر، وبذلك تعزز الاستخدام المسؤول للطاقة.

الغرض منها **تمكين المقارنة الموضوعية بين الأجهزة** قبل الشراء بدل الاعتماد على السعر فقط.

وتكمن أهمية البطاقة كذلك في سهولة قراءتها، إذ توضح للمستهلك بوضوح العناصر الأساسية مثل التصنيف الطاقي والاستهلاك السنوي المتوقع ومؤشرات الأداء والسعة التشغيلية، ما يساعده على اتخاذ قرار شراء مستنير بالتركيز على جودة وكفاءة الجهاز وليس فقط على السعر، وبالتالي تعزيز الاستخدام المسؤول للطاقة.

3.9.1 كيفية قراءة بطاقة كفاءة الطاقة

تعتبر بطاقة كفاءة الطاقة أداة مهمة تساعد المستهلك على اتخاذ قرار شراء مستنير. لفهم البطاقة والاستفادة القصوى منها، من الضروري معرفة عناصرها الأساسية وكيفية توظيف كل عنصر في عملية الاختيار:

العنصر	ماذا يعني	كيف يستخدم في القرار
التصنيف النجمي	**جودة الكفاءة**	**اختر الأعلى دائمًا**
kWh/سنة	**الاستهلاك المتوقع**	**يدخل مباشرة في حساب التكلفة**
EER/SEER/COP	**أداء فني**	**مقارنة تقنية بين الموديلات**
السعة (kW/TR)	**حجم الجهاز**	**مطابقة الحمل الفعلي**

من خلال التركيز على هذه العناصر عند قراءة البطاقة، يتمكن المستهلك من تقييم كفاءة الجهاز واستهلاكه للطاقة والأداء الفني والسعة التشغيلية، مما يضمن اختيار الجهاز الأنسب لحاجته بموضوعية بعيدًا عن الاعتماد على السعر فقط، ويعزز الاستخدام الأمثل للطاقة.

تعتبر حقوق نشر هذه الوثيقة محفوظة وتحتوي على معلومات قيمة وخاصة. ولا يجوز استنساخها أو مشاركتها بأي شكل من الأشكال أو بأي وسيلة دون الحصول على موافقة مسبقة من دائرة الطاقة في أبوظبي.
Confidential-External
DoE-QMS-XF-10 Rev.0

3.10 قاعدة اختيار الأجهزة الكهربائية

عند اتخاذ قرار شراء جهاز كهربائي جديد، يجب الالتزام بعدد من القواعد الجوهرية لضمان اختيار الجهاز الأكثر كفاءة وملاءمة للاحتياجات الفعلية. ينبغي عدم شراء أي جهاز إذا كان أقل من الحد الأدنى المعتمد من حيث المواصفات الفنية أو الكفاءة، أو إذا كان استهلاكه السنوي للطاقة أعلى من البدائل المتاحة في السوق.

كما يُفضّل دائمًا اختيار الجهاز الذي يحقق أقل تكلفة إجمالية لدورة الحياة (LCC)، وليس فقط أقل سعر شراء أولي. فالنظر إلى التكلفة الكلية يشمل الأخذ بالحسبان تكاليف التشغيل والصيانة واستهلاك الطاقة على مدى عمر الجهاز، ما يضمن تحقيق وفورات مالية على المدى الطويل والاستفادة المثلى من الطاقة.

مثال تطبيقي: مقارنة بين خيارين لشراء المكيفات

لتوضيح أهمية الالتزام بقاعدة اختيار الأجهزة الكهربائية الأكثر كفاءة، نعرض فيما يلي مقارنة عملية بين جهازين (A وB) من حيث الكفاءة والتكلفة الإجمالية خلال فترة التشغيل:

البند<	جهاز A	جهاز B
التصنيف	3 نجوم	5 نجوم
السعر	2,500 درهم	3,100 درهم
الاستهلاك السنوي للطاقة	6,000 كيلو واط ساعة	3,800 كيلو واط ساعة
تعرفة الكهرباء – مثال	0.30 درهم/كيلو واط ساعة	0.30 درهم/كيلو واط ساعة
تكلفة الطاقة السنوية	1,800 درهم	1,140 درهم
تكلفة الطاقة خلال 10 سنوات	18,000 درهم	11,400 درهم
تكلفة دورة الحياة (LCC)	20,500 درهم	14,500 درهم

النتيجة:

على الرغم من أن سعر جهاز B أعلى بمقدار 600 درهم مقارنة بجهاز A، إلا أن الجهاز الأعلى كفاءة (جهاز B) يحقق وفراً في التكاليف يبلغ تقريباً 6,000 درهم خلال فترة التشغيل (10 سنوات).

القرار الرشيد: اختيار الجهاز الأعلى كفاءة يضمن تحقيق وفورات مالية مستدامة والاستفادة المثلى من الطاقة.

تعتبر حقوق نشر هذه الوثيقة محفوظة وتحتوي على معلومات قيمة وخاصة. ولا يجوز استنساخها أو مشاركتها بأي شكل من الأشكال أو بأي وسيلة دون الحصول على موافقة مسبقة من دائرة الطاقة في أبوظبي.
Confidential-External DoE-QMS-XF-10 Rev.0

الأهمية على مستوى النظام

تمتد فوائد اختيار الأجهزة الأعلى كفاءة إلى مختلف المستويات ضمن النظام، حيث تبرز آثار إيجابية ملموسة لكل من المستهلك والمنشآت والشبكات الكهربائية والجهات الحكومية. ينعكس ذلك من خلال تحقيق وفورات مباشرة وغير مباشرة تعزز الاستدامة وترفع كفاءة استخدام الطاقة على المدى البعيد.

المستوى	الأثر
المستهلك	فاتورة أقل: يؤدي استخدام الأجهزة الأعلى كفاءة إلى تخفيض استهلاك الطاقة، ما ينعكس مباشرة في تقليل قيمة فاتورة الكهرباء الشهرية للمستهلك.
المنشأة	إنفاق تشغيلي أقل: تستفيد المنشآت من انخفاض التكاليف التشغيلية (OPEX) نتيجة تقليل استهلاك الكهرباء، مما يعزز كفاءة العمليات ويزيد من جدوى الاستثمار في الأجهزة الحديثة.
الشبكة	تأجيل الانفاق الرأسمالي: على مستوى الشبكة الكهربائية، يتيح خفض الطلب على الطاقة إمكانية تأجيل الاستثمارات الرأسمالية (CAPEX) اللازمة لتوسعة أو تعزيز البنية التحتية، ما يوفر موارد مالية يمكن استثمارها في مجالات أخرى.
الحكومة	تقليل الانبعاثات: تساهم زيادة الكفاءة في تقليل الانبعاثات الناتجة عن إنتاج الكهرباء، ما يدعم جهود الحكومة في تحقيق أهداف الاستدامة البيئية المتعلقة بخفض الانبعاثات.

متطلبات تطبيقية للقطاعات

القطاع السكني

ينبغي للمستهلكين في القطاع السكني اختيار أعلى تصنيف كفاءة متاح عند شراء الأجهزة أو المعدات، وذلك لضمان تقليل استهلاك الطاقة. كما يُوصى بمقارنة استهلاك الكهرباء السنوي (kWh/سنة) بين الخيارات المختلفة قبل اتخاذ قرار الشراء، مما يعزز من تحقيق وفورات ملموسة في فواتير الطاقة ويحافظ على الموارد.

القطاع التجاري والحكومي

فيما يخص القطاعات التجارية والحكومية، يجب فرض حد أدنى إلزامي للكفاءة في جميع المشتريات الحكومية أو الاستثمارات المؤسسية. يُعد إدراج معايير الكفاءة ضمن بنود المناقصات والمواصفات الفنية شرطًا أساسيًا لضمان الحصول على منتجات وأنظمة ذات أداء عالي في استهلاك الطاقة، مما يدعم الأهداف الوطنية للترشيد والاستدامة.

القطاع الصناعي

يتطلب القطاع الصناعي استخدام مؤشرات كفاءة الطاقة مثل IE أو η عند اختيار المحركات والمعدات الصناعية، مع الحرص على مطابقة المواصفات القياسية المعتمدة. يسهم ذلك في رفع كفاءة التشغيل وخفض تكاليف الإنتاج، فضلاً عن تقليل الأثر البيئي الناتج عن استهلاك الطاقة.

تعتبر حقوق نشر هذه الوثيقة محفوظة وتحتوي على معلومات قيمة وخاصة. ولا يجوز استنساخها أو مشاركتها بأي شكل من الأشكال أو بأي وسيلة دون الحصول على موافقة مسبقة من دائرة الطاقة في أبوظبي.
Confidential-External DoE-QMS-XF-10 Rev.0

4. أنظمة الري الزراعية عالية الكفاءة

تهدف أنظمة الري الزراعية عالية الكفاءة إلى تعزيز فعالية استخدام المياه والطاقة في القطاع الزراعي، من خلال التركيز على عدة محاور رئيسية. أولاً، يتم العمل على تقليل حجم الضخ غير الضروري، ما يؤدي إلى خفض استهلاك الكهرباء الخاص بالمضخات وتقليل الفاقد الناتج عن التبخر والتسرب. ويأتي ذلك دون التأثير سلبًا على الإنتاجية الزراعية، بل مع إمكانية الحفاظ عليها أو زيادتها.

تقوم هذه الأنظمة على مبدأ تنظيمي أساسي، حيث إن كل متر مكعب من المياه يتم توفيره ينعكس تلقائيًا على تقليل كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة في عمليات الضخ والنقل والمعالجة، فيما يعرف بتكامل الماء والطاقة (Water–Energy Nexus).

4.1 النطاق

يغطي النطاق مجموعة متنوعة من التطبيقات الزراعية التي تعتمد على أنظمة الري عالية الكفاءة لتحقيق أفضل استثمار للموارد المائية والطاقة. فيما يلي أبرز المجالات التي يشملها هذا النطاق:

- مزارع النخيل: تعتمد على حلول ري متقدمة لضمان الحفاظ على المياه وتحقيق إنتاجية مثلى.
- المحاصيل الحقلية: تتطلب إدارة دقيقة للمياه والطاقة لتعزيز الكفاءة وتقليل الفاقد.
- البيوت المحمية: تعتمد بشكل كبير على أنظمة ري دقيقة لتلبية الاحتياجات المائية للنباتات مع تقليل استهلاك الطاقة.
- أنظمة الري الحديثة (بالتنقيط/الرش/المحوري): تعتبر أدوات رئيسية لترشيد استهلاك المياه والطاقة في القطاع الزراعي.
- محطات الضخ والخزانات: تمثل عمليات الضخ والتخزين جزءًا أساسياً في إدارة المياه والطاقة بكفاءة عالية، وتساهم في تقليل الفاقد وتحسين الأداء التشغيلي لمنظومات الري.

تعتبر حقوق نشر هذه الوثيقة محفوظة وتحتوي على معلومات قيمة وخاصة. ولا يجوز استنساخها أو مشاركتها بأي شكل من الأشكال أو بأي وسيلة دون الحصول على موافقة مسبقة من دائرة الطاقة في أبوظبي.
Confidential-External DoE-QMS-XF-10 Rev.0

4.2 المبادئ الأساسية لأنظمة الري عالية الكفاءة

ترتكز أنظمة الري الزراعية عالية الكفاءة على مجموعة من المبادئ الأساسية التي تهدف إلى تعزيز فعالية استخدام المياه والطاقة في العمليات الزراعية، بما يتوافق مع أهداف تقليل الهدر وزيادة الإنتاجية. فيما يلي توضيح لهذه المبادئ وكيفية تطبيقها العملي:

المبدأ	التطبيق العملي
الكفاءة المائية أولًا	• التركيز على اختيار تقنيات الري التي تقلل من استهلاك المياه لكل هكتار، ما يسهم في الحد من الفاقد الناتج عن التبخر والتسرب دون التأثير على الإنتاجية.
كفاءة الضخ	• الاعتماد على مضخات ومحركات عالية الكفاءة لضمان تقليل استهلاك الكهرباء أثناء عمليات الضخ والنقل، مما يعزز التكامل بين إدارة المياه والطاقة.
التحكم حسب الطلب	• تطبيق الري بناءً على الحاجة الفعلية للنباتات فقط، وذلك لتقليل الهدر وتحقيق الاستخدام الأمثل للموارد.
القياس	• استخدام عدادات دقيقة لمراقبة استهلاك المياه والطاقة بشكل مستمر، لدعم اتخاذ قرارات مدروسة وتحسين الأداء التشغيلي.
الصيانة	• الاهتمام بمراقبة وصيانة الشبكات بشكل دوري لمنع التسربات وانسداد خطوط الري، مما يساهم في استمرار كفاءة النظام على المدى الطويل.

يمثل الالتزام بهذه المبادئ حجر الأساس لتحقيق أهداف الاستدامة في القطاع الزراعي وضمان أفضل استثمار للموارد المائية والطاقة، مع الحفاظ على الإنتاجية الزراعية وتعزيز كفاءة العمليات التشغيلية.

4.3 تقنيات الري الموصى بها

تُعد تقنيات الري من العوامل الحاسمة في تعزيز كفاءة استخدام المياه ضمن المشاريع الزراعية. إن اختيار التقنية المناسبة يسهم بشكل مباشر في تقليل الهدر وتحقيق الاستدامة، دون الإضرار بجودة أو كمية الإنتاج الزراعي. وفيما يلي مقارنة بين أبرز تقنيات الري من حيث كفاءتها المائية والتوصيات المتعلقة بكل منها:

التقنية	الكفاءة المائية	التقييم
الري بالغمر	منخفضة	غير موصى به
الرش	متوسطة	مقبول
التنقيط	عالية جدًا	موصى به
Micro-irrigation	عالية جدًا	الأفضل للبيوت المحمية

يتضح من هذه المقارنة أن تقنيات التنقيط والري الدقيق (Micro-irrigation) توفر أعلى درجات الكفاءة المائية، وتُوصى بشكل خاص في البيوت المحمية والمشاريع الزراعية الحديثة. في حين يُنصح بتجنب تقنية الري بالغمر بسبب انخفاض كفاءتها وارتفاع معدل الفاقد في المياه.

تعتبر حقوق نشر هذه الوثيقة محفوظة وتحتوي على معلومات قيمة وخاصة. ولا يجوز استنساخها أو مشاركتها بأي شكل من الأشكال أو بأي وسيلة دون الحصول على موافقة مسبقة من دائرة الطاقة في أبوظبي.
Confidential-External DoE-QMS-XF-10 Rev.0

4.4 كفاءة الضخ والطاقة

للحصول على نظام ضخ فعال ويوفر الطاقة،

- يجب استخدام مضخات ذات كفاءة عالية (IE3 أو IE4 او اعلى) مع محركات قوية وفعالة.
- من الأفضل أيضاً تركيب جهاز لتحكم سرعة المضخات (VSD) حتى يمكن ضبط سرعة التشغيل حسب الحاجة، مع ضرورة اختيار ضغط مناسب لتجنب الضغط الزائد.
- كذلك، ينصح باستخدام أنابيب تقلل من فقدان الماء والطاقة.

هذه الإجراءات مهمة لأن قانون المضخات يقول: كلما قلّت سرعة المضخة، قلّت الطاقة المطلوبة بشكل كبير. إذا خفضنا سرعة المضخة بنسبة 20%، فإن استهلاك الطاقة ينخفض تقريباً إلى النصف (50%).

4.5 التشغيل الذكي

تتضمن استراتيجيات التشغيل الذكي للري عدة إجراءات تهدف إلى تحسين كفاءة استخدام المياه وتقليل الهدر. من أبرز هذه الإجراءات جدولة الري ليلاً، وهو ما يساعد في خفض نسبة التبخر بمعدل يتراوح بين 10 إلى 20%، مما يعزز من فعالية الري ويوفر المياه بشكل ملحوظ.

كما يُنصح باستخدام حساسات رطوبة التربة، إذ تتيح هذه الحساسات مراقبة مستويات الرطوبة بشكل مستمر، ما يساعد في تحديد الحاجة الفعلية للري وتجنب الري الزائد أو غير الضروري.

ومن جانب آخر، يساهم التحكم الأوتوماتيكي المعتمد على بيانات الطقس في تعديل برامج الري تلقائياً حسب الظروف الجوية السائدة، مثل درجات الحرارة وهطول الأمطار، ما يضمن استجابة النظام للاحتياجات الفعلية للنباتات.

وتبرز أهمية تقسيم القطاعات (Zoning) في تخصيص الري لمناطق محددة بناءً على احتياجاتها المختلفة، الأمر الذي يرفع من كفاءة توزيع المياه ويحد من الفاقد.

وأخيراً، يعد إيقاف الري أثناء فترات الرياح الشديدة أو الأمطار من الإجراءات الذكية التي تمنع الهدر، إذ يتيح ذلك استغلال الموارد المائية بشكل أمثل ويقي من التبخر الزائد أو جريان المياه دون استفادة.

4.6 السلوكيات الافتراضية

تعد السلوكيات الافتراضية جزءًا أساسيًا من استراتيجيات التشغيل الذكي لأنظمة الري، حيث تركز على تطبيق ممارسات تهدف إلى تحقيق أقصى استفادة من المياه والطاقة مع تقليل الفاقد والهدر. وفيما يلي أبرز هذه السلوكيات ومبررات تطبيقها:

السلوك	المبرر
الري ليلاً	يؤدي الري خلال الليل إلى تقليل معدلات التبخر بشكل ملحوظ، مما يساهم في الحفاظ على المياه وزيادة فعالية الري.
الري حسب الحاجة	يساعد الري بناءً على الحاجة الفعلية للنباتات في منع الإفراط في الري، الأمر الذي يقلل من هدر المياه ويضمن استخدامها بكفاءة.
صيانة أسبوعية	تكفل الصيانة الأسبوعية المنتظمة كشف أي تسرب أو أعطال في النظام في وقت مبكر، ما يحد من الخسائر ويحافظ على كفاءة التشغيل.

تعتبر حقوق نشر هذه الوثيقة محفوظة وتحتوي على معلومات قيمة وخاصة. ولا يجوز استنساخها أو مشاركتها بأي شكل من الأشكال أو بأي وسيلة دون الحصول على موافقة مسبقة من دائرة الطاقة في أبوظبي.
Confidential-External DoE-QMS-XF-10 Rev.0

تنظيف الفلاتر	يؤدي تنظيف الفلاتر بشكل دوري إلى تقليل الضغط المطلوب على المضخة، وبالتالي انخفاض استهلاك الطاقة وتحسين أداء النظام.
تسجيل الاستهلاك	يعد تتبع استهلاك المياه والطاقة أداة مهمة لتعزيز الوعي لدى المستخدمين، مما يساعد في مراقبة الأداء واتخاذ قرارات مدروسة لتحسين الكفاءة.

إن الالتزام بهذه السلوكيات يسهم في تعزيز كفاءة أنظمة الري، ويشكل دعامة أساسية لتحقيق الاستدامة في إدارة الموارد المائية والطاقة، بما يتوافق مع أفضل الممارسات التشغيلية.

4.7 كفاءة المضخات وأهمية اختيار المضخة المثلى

لتقييم كفاءة المضخة قبل الشراء، يتم مراجعة بطاقة البيانات الفنية للمضخة والتي تشمل عدة مؤشرات أساسية منها: نسبة الكفاءة (η%)، ومعدل استهلاك الطاقة بالكيلوواط ساعة لكل متر مكعب ماء (kWh/m^3) .

مثال حسابي لمقارنة مضختين

يوضح الجدول التالي مقارنة بين مضختين من حيث الكفاءة واستهلاك الطاقة والتكلفة السنوية على مدى عشر سنوات:

البند	مضخة A	مضخة B
الكفاءة	%70	%85
الاستهلاك	kWh 40,000	kWh 28,000
التعرفة – مثال	0.30	0.30
تكلفة الطاقة/سنة	12,000	8,400
10 سنوات	120,000	84,000
الفرق	—	توفير 36,000 درهم

يتبين من المثال أنه رغم أن سعر شراء المضخة الأعلى كفاءة) مضخة (B قد يكون أعلى، إلا أن التوفير في استهلاك الطاقة يغطي فرق الشراء خلال أقل من سنتين تقريبًا. هذا يبرز أهمية التركيز على الكفاءة عند اختيار المضخات، حيث إن الكفاءة العالية تؤدي إلى خفض كبير في استهلاك الطاقة والتكاليف التشغيلية على المدى الطويل.

4.8 معايير اتخاذ قرار الشراء السريع للمضخات

عند تقييم قرار شراء مضخة جديدة، هناك ثلاث بوابات رئيسية يجب اجتيازها لضمان تحقيق الكفاءة والجدوى الاقتصادية والتشغيلية:

البو ابة الأولى: مطابقة الحد الأدنى (نجاح/رسوب)

- المحرك: يجب أن يكون من فئة IE المطابقة (على سبيل المثال: IE3 أو أعلى)، وأن يتوافق مع لوائح دولة الإمارات.
- المضخة: ضرورة توافر منحنيات الأداء Q-H والكفاءة (η) ونقطة أفضل أداء BEP، حيث لا يمكن تحديد نقطة التشغيل أو إثبات الكفاءة بدونها.
- التحكم: في حالات الأحمال المتغيرة، يجب وجود جهاز تحكم بسرعة الدوران (VFD)، أو وجود مبرر هندسي واضح لعدم استخدامه بحسب طبيعة الخدمة.
- في حال غياب أي عنصر مما سبق، يصبح الشراء محفوفًا بالمخاطر، إذ لن يمكن إثبات الكفاءة أو التأكد من مطابقة نقطة التشغيل.

تعتبر حقوق نشر هذه الوثيقة محفوظة وتحتوي على معلومات قيمة وخاصة. ولا يجوز استنساخها أو مشاركتها بأي شكل من الأشكال أو بأي وسيلة دون الحصول على موافقة مسبقة من دائرة الطاقة في أبوظبي.
Confidential-External DoE-QMS-XF-10 Rev.0

البوابة الثانية: جودة اختيار نقطة التشغيل (أهم سبب لهدر الطاقة)

حتى لو كانت المضخة ذات كفاءة عالية في مستند بيان المنتج، فإن تشغيلها بعيدًا عن نقطة أفضل أداء (BEP) يؤدي إلى استهلاك طاقة أعلى ومشاكل موثوقية.

- القاعدة العملية: يجب أن تقع نقطة التشغيل المطلوبة ضمن نطاق قريب من BEP (عادة بين 80% إلى 110% من التصريف عند BEP حسب السياسات الهندسية الشائعة).
- ينبغي رفض أي اختيار تكون فيه المضخة تعمل أغلب الوقت على طرف المنحنيات (يمينًا أو يسارًا)، حتى وإن بدت الكفاءة الاسمية عالية.

البوابة الثالثة: مقارنة بدائل الشراء بناءً على تكلفة الطاقة (TCO)

- بدلاً من مقارنة أسعار شراء المضخات فقط، يجب مقارنة التكاليف السنوية للطاقة لكل خيار.
- لحساب القدرة الهيدروليكية المطلوبة:

$$P\text{-}hyd.(kW)=\rho gQH/1000$$

- إذا توفرت القدرة الكهربائية المدخلة للمحرك($P\text{-}in$) ، يتم حساب كفاءة التحويل من الكهرباء إلى الماء:

$$\eta\text{-}wire\rightarrow water=P\text{-}hyd./P\text{-}in$$

- وهذا يعطي "كفاءة من السلك إلى الماء" كمؤشر عملي لاتخاذ القرار.
- لحساب الطاقة السنوية:

$$E(kWh/yr)=P\text{-}in(kW)\times Hours$$

- لحساب التكلفة السنوية:

$$Cost(AED/yr)=E\times Tariff$$

- قرار الشراء يُتخذ باختيار البديل الذي يحقق أقل تكلفة سنوية (AED/yr) وأفضل توافق مع نقطةBEP ، مع الالتزام بالحد الأدنى التنظيمي المعتمد.

4.9 مؤشرات الأداء المقترحة (KPIs)

حتى يتحقق الاستخدام الأمثل للمضخات ذات الكفاءة العالية في أنظمة الطاقة والمياه، من الضروري التركيز على مجموعة من مؤشرات الأداء الرئيسية التي تُمكن من تقييم الفعالية الاقتصادية والبيئية لهذا التحول. من أبرز هذه المؤشرات:

- كمية الطاقة المستهلكة لكل متر مكعب (kWh / m³): يُستخدم هذا المؤشر لقياس مدى كفاءة الطاقة المستهلكة مقارنة بحجم المياه التي يتم ضخها، ما يسمح بتحديد فرص التحسين وترشيد الاستهلاك.
- كمية المياه المستهلكة لكل هكتار (m³ / هكتار): يوضح هذا المؤشر مدى فعالية توزيع واستخدام المياه في المساحات الزراعية، ويساعد في تقييم جدوى النظام من الناحية الزراعية.
- تكلفة الماء والطاقة لكل طن محصول: يُعبر هذا المؤشر عن التكلفة الكلية لإنتاج المحصول، شاملاً استهلاك الماء والطاقة، ويسهم في اتخاذ قرارات استثمارية رشيدة.
- نسبة التسرب (%): يُعد هذا المؤشر ضرورياً لمراقبة كفاءة الشبكة والحد من الفاقد المائي، ما ينعكس إيجاباً على استدامة الموارد.

تعتبر حقوق نشر هذه الوثيقة محفوظة وتحتوي على معلومات قيمة وخاصة. ولا يجوز استنساخها أو مشاركتها بأي شكل من الأشكال أو بأي وسيلة دون الحصول على موافقة مسبقة من دائرة الطاقة في أبوظبي.
Confidential-External DoE-QMS-XF-10 Rev.0

- زمن تشغيل المضخات: يساعد في تحديد مدى الاعتماد على المضخات وفعالية التشغيل، ما يتيح فرص تحسين أوقات العمل وتخفيض استهلاك الطاقة.

تكامل هذه المؤشرات في أنظمة المراقبة والتحكم يوفر أرضية صلبة لتحقيق الاستدامة وتقليل النفقات، إضافة إلى تعزيز حماية البيئة وتقليل الانبعاثات الضارة.

تعتبر حقوق نشر هذه الوثيقة محفوظة وتحتوي على معلومات قيمة وخاصة. ولا يجوز استنساخها أو مشاركتها بأي شكل من الأشكال أو بأي وسيلة دون الحصول على موافقة مسبقة من دائرة الطاقة في أبوظبي.
Confidential-External DoE-QMS-XF-10 Rev.0

5. الملاحق

لا يوجد

تعتبر حقوق نشر هذه الوثيقة محفوظة وتحتوي على معلومات قيمة وخاصة. ولا يجوز استنساخها أو مشاركتها بأي شكل من الأشكال أو بأي وسيلة دون الحصول على موافقة مسبقة من دائرة الطاقة في أبوظبي.
Confidential-External DoE-QMS-XF-10 Rev.0