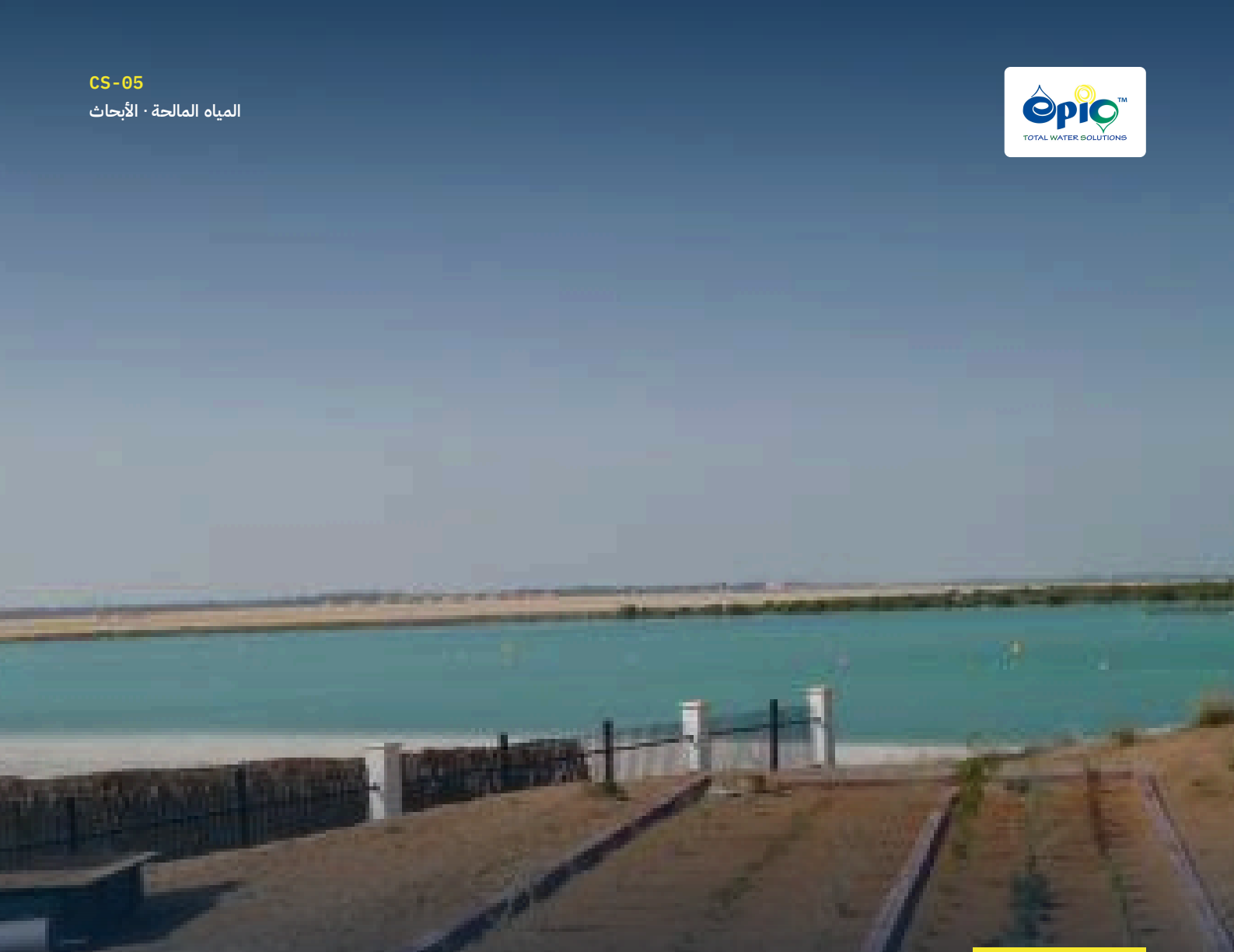


دراسة حالة من إيبك

قطعة مياه البحر

ياس لينكس، أبوظبي · تجربة التحلية بالارتفاع الشعري

قطعة أُنشئت لاختبار ما إذا كان الرمل نفسه قادرًا على نزع الملح من مياه البحر أثناء صعودها. وكانت الظاهرة الفيزيائية قد أُثبتت في المختبر من قبل.

91%
خفض إجمالي المواد الصلبة الذائبة (TDS)
خلال الانتقال الشعري الأول

32,000 → 3,000
TDS بوحدة ppm
في المختبر، يناير 2009

110 سم
أطول مسار شعري
نُفِّذ في الخلية المرافقة

مستوى الدليل
مُصمَّم ومُنفَّذ · نتيجة مختبرية، 2009 · قطعة ميدانية أُنشئت وزُرعت، 2012

قطعة مياه البحر في ياس لينكس، أبوظبي، 18 يناير 2012، بعد 14 يومًا من الزراعة.

سجل المشروع

الموقع	ياس لينكس، أبوظبي، الإمارات
تاريخ الزراعة	4 يناير 2012
التأسيس	رُويت بالمياه العذبة في أول أسبوعين، ثم أُقلمت على خليط من مياه الصرف الصحي المعالجة (TSE) ومياه البحر. والخطة المسجلة في 29 يناير 2012: «خلال الـ 4 أسابيع القادمة ستُخفَّض مياه TSE، وستُروى الخلية بمياه البحر فقط.»
التهيئة	تُدخَل مياه البحر إلى خلية إيبك، وتدور عبر الأجهزة ثم تعود إلى البحر، مكوّنةً طبقة مشبعة بعمق 75 مم
مسافة الانتقال	50 سم حتى السطح فوق قسم مياه البحر؛ وحتى 110 سم في الخلية المرافقة، صعودًا فوق جدار فاصل ارتفاعه 40 سم، ثم نزولًا في الجانب الآخر، ثم صعودًا إلى السطح
النباتات	السيسوفيوم (Sesuvium Portulacastrum)، والقطف (Atriplex Nummularia)، والدمس (Conocarpus)، والقطف (Atriplex Semibaccata)، والبنسيتم (Pennisetum) وعشب النافورة، وعشب الباسبالوم، ونخيل التمر
المضخة	تعمل بالطاقة الشمسية

السؤال

«صُمِّمت قطع الاختبار لتحديد ما إذا كان لتدفق المياه المالحة بالخاصية الشعرية عبر الرمل تأثير في فصل الأيونات الذائبة.» وإن كان للرمل أثر في الفصل، فقد يرتبط بمسافة الانتقال، ولهذا بُنيت القطعة من خليتين متصلتين بطولَي مسار مختلفين جدًا.

والآلية كما وصفها مخترع النظام: قد يحدث الفصل في المنطقة الشعرية، حيث يكون الغشاء المائي شديد التماسك في بنيته الفيزيائية فيطرد الجزيئات الأكبر كغشاء التناضح العكسي. وقد يكون السبب أيضًا التطبّق بحسب الكثافة، إذ إن مياه البحر أثقل من العذبة، فتعمل الحركة البطيئة التي يوفرها نظام إيبك أولًا على المياه السطحية الأخف عند المصدر.

وكانت التجارب المختبرية قد أُجريت في 2009، وجاءت نتيجتها كبيرة لكنها محدودة. ولهذا كانت للتجربة الميدانية أهميتها.

ما نفّذته إيبك

تُدخَل مياه البحر إلى خلية إيبك، وتدور عبر الأجهزة ثم تعود إلى البحر، تاركةً طبقة مشبعة بعمق 75 مم. وفوقها لا تصل المياه إلى السطح إلا بالارتفاع الشعري عبر الرمل.

في الخلية الأولى يبلغ هذا الارتفاع 50 سم. أما في الخلية المرافقة المجاورة فعلى المياه أن تصعد جدارًا فاصلًا ارتفاعه 40 سم، وتنزل في الجانب الآخر، ثم ترتفع إلى السطح: أي مسافة انتقال إجمالية تصل إلى 110 سم.

ووُضع للقطعة بروتوكول كامل لأخذ العينات: أوزان مرجعية للرمل الجاف والرمل المشبع، وعينات من الرمل الرطب على عمق 10 سم تحت السطح، وثلاث عينات في وسط خلية مياه البحر وثلاث في الخلية «العذبة» على عمق 15 سم، والاستخلاص في 500 مل من الماء المقطر، والتحليل المختبري لقياس TDS والصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم والكلوريد والبوتاسيوم؛ على أن يتكرر ذلك بعد شهر على بعد 30 سم شمال النقاط الأصلية، ثم جنوبها وشرقها وغربها في الفترات التالية كل ثلاثة أشهر.



خلية مياه البحر في ياس لينكس، يناير 2012.



الخلايا بجانب الخليج كما نُفِّذت.

91%
خفض TDS خلال
الانتقال الشعري الأول

32,000 → 3,000
TDS بوحدة ppm، في المختبر
يناير 2009

110 سم
أطول مسار
شعري مُنفَّذ

السجل المختبري

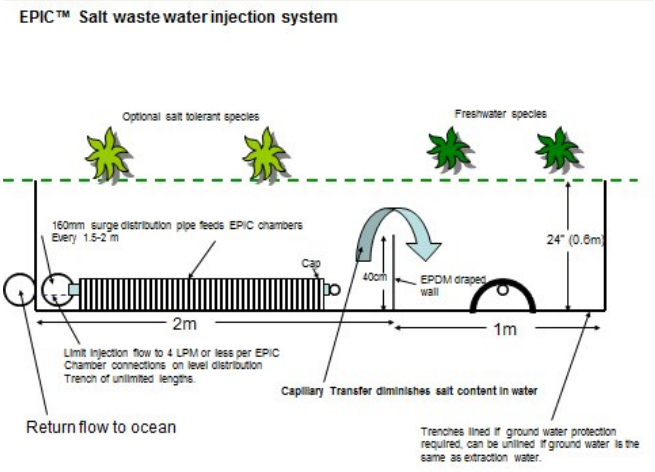
مستويات استخلاص الأنيونات والكاتيونات في منطقة الجذور بعد حركة المياه المالحة بالخاصية الشعرية. القيم بوحدة ppm (مجم/لتر).

	محلول المياه المالحة	رمل المقارنة	B · 17 إلى 20 بوصة	C · 28 إلى 31 بوصة	D · 57 إلى 60 بوصة
TDS	32,000	81	3,000	3,800	3,300
الصوديوم	12,000	5.4	390	330	100
الكلوريد	20,000	2.4	2,200	2,400	2,200
المغنيسيوم	1,400	8.7	210	250	270
الكالسيوم	380	7.3	540	630	700
البوتاسيوم	340	3.0	7.4	7.6	7.0

الجدول 1 من الورقة المختبرية الصادرة في يناير 2009 عن الري بالمياه المالحة باستخدام أنظمة إيبك، من إعداد جوناس ز. سيبايلا (Jonas Z. Sipaila)، مدير الابتكار في شركة ريباين للحلول البيئية (Rehbein Environmental Solutions Inc.). والأعمدة B وC وD مسافات من المصدر بالبوصة. وهذه نتائج مختبرية، وليست نتائج ميدانية من جزيرة ياس.



قطع اختبار مياه البحر على شاطئ ياس لينكس كما نُفِّذت.



مخطط حقن مياه الصرف المالحة: تدفق حقن محدود، وانتقال شعري، وتدفق راجع إلى المحيط.

ما يعنيه ذلك

- **الحدّ لا يقل أهمية عن النتيجة.** ينخفض TDS من 32,000 إلى 3,000 ppm خلال الانتقال الأول، أي بنسبة 91%، ثم لا ينخفض أكثر في العمودين التاليين (3,800 و3,300 ppm). ولم يتحقق خفض بنسبة 97% إلى ما دون 1,000 ppm. ولهذا يُخصَّص هذا التطبيق للأنواع المتحملة للملوحة، لا لأنواع المياه العذبة.
- **نتيجة مختبرية، لا ميدانية.** خفض الـ 91% نتيجة مختبرية من يناير 2009، خلال الانتقال الشعري الأول فقط، دون تغيّر إضافي يُذكر في الانتقالات اللاحقة. وليست نتيجة من جزيرة ياس.
- **القطعة الميدانية.** أُنشئت قطعة ياس لينكس، وزُرعت في 4 يناير 2012، ووُضع لها بروتوكول كامل لأخذ العينات. وسُجِّلت مواقع عينات المياه المالحة في 3 أبريل 2012.



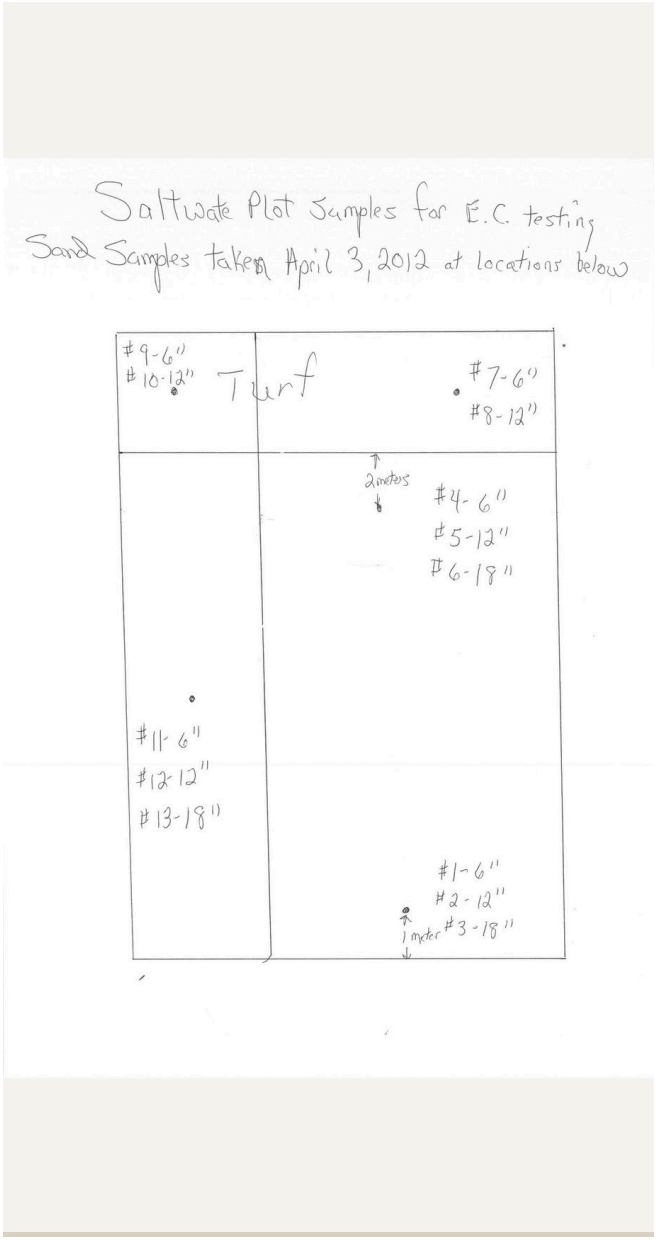
نباتات متحملة للملوحة بعد تأسيسها في الخلايا.



الخليتان المتصلتان: الثانية تحمل المسار الشعري الأطول.



قطع اختبار مياه البحر كما نُفِّذت في ياس لينكس.



3 أبريل 2012 رسم تخطيطي لمواقع عينات المياه المالحة.

المصادر الورقة المختبرية عن الري بالمياه المالحة باستخدام أنظمة إيبك، يناير 2009؛ تقييم نظام إيبك لتحلية مياه البحر والري تحت السطحي بها؛ إجراءات أخذ عينات المياه المالحة في جزيرة ياس؛ رسم تخطيطي لمواقع عينات المياه المالحة، 3 أبريل 2012؛ سجلات نباتات المياه المالحة، بما فيها ما نُفِّذ فعليًا؛ سجل تركيب إيبك في جزيرة ياس؛ ملخص استهلاك المياه في جزيرة ياس.