مؤشرات نوعية المياه

تأليف

Tasneem Abbasi
S.A. Abbasi

ترجمة

أ.د. عبدرب الرسول موسى العمران
د. أنور عبدالرحمن علي

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS

بسم الله الرحمن الرحيم

مؤشرات نوعية المياه

تأليف

Tasneem Abbasi

S.A. Abbasi

ترجمة

أ.د. عبدرب الرسول موسى العمران **د. أنور عبدالرحمن علي**

قسم علوم التربة – كلية علوم الأغذية والزراعة – جامعة الملك سعود

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS
ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ المملكة العربية السعودية

ⓒ دار جامعة الملك سعود للنشر ، ١٤٣٨هـ (٢٠١٧م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

عباسي، تسنيم

مؤشرات نوعية المياه./ تسنيم عباسي؛ اس. ايه عباسي؛

عبد رب الرسول موسى العمران؛ أنور عبد الرحمن علي - الرياض، ١٤٣٨هـ.

٤٩٩ص، ٢١×٢٨سم

ردمك: ٠-٥٤٨-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨

١- المياه ٢- مصادر المياه أ. عباسي، اس . ايه (مؤلف مشارك)

ب. العمران، عبد رب الرسول موسى (مترجم) ج. علي، أنور عبد الرحمن (مترجم) د. العنوان

ديوي ٤٨ ,٥٥١ ١٤٣٨/١٦٥٢

رقم الإيداع: ١٤٣٨/١٦٥٢

ردمك: ٠-٥٤٨-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨

هذه ترجمة عربية مصرح بها من مركز الترجمة بالجامعة لكتاب:

WATER QUALITY INDICES
By: Tasneem Abbasi & S. A. Abbasi
© Elsevier B.V. All rights reserved, 2012
وقد وافق المجلس العلمي على نشرها في اجتماعه السابع عشر للعام الدراسي ١٤٣٦/١٤٣٧هـ المعقود بتاريخ ٢٥/ ٧/ ١٤٣٧هـ الموافق ٢/ ٥/ ٢٠١٦م

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يسمح بإعادة نشر أي جزء من الكتاب بأي شكل وبأي وسيلة سواء كانت إلكترونية أو آلية بما في ذلك التصوير والتسجيل أو الإدخال في أي نظام حفظ معلومات أو استعادتها بدون الحصول على موافقة كتابية من دار جامعة الملك سعود للنشر.

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS

مقدمة المترجمَين

تعتبر المياه شريان الحياه وأساس التنمية الاقتصادية والاجتماعية، وصدق الله العظيم إذ يقول في كتابة الكريم "وجعلنا من الماء كل شيء حي" سورة الأنبياء الآية ٣٠.

وترجع أهمية المياه في أنها تمثل ٧٥٪ من وزن جسم الإنسان ، و٨٠٪ من وزن معظم الخضراوات. ولن نختلف مع الأبحاث التي تشير إلى أن ٨٠٪ من مسببات الأمراض في العالم تسببها المياه سواء لتلوثها أو لعدم وفرتها. ولا عجب أن نذكر هنا أن حضارة الإنسان وتطوره أصبحا يقاسان بكمية ونوعية المياه المستخدمة في حياته اليومية.

بعد أن فطن الإنسان لدور المياه في نقل وإصابة الإنسان بالأمراض، أصبح تركيز الإنسان الآن ليس على توفير كمية المياه فقط بل توفير الكمية مع النوعية الجيدة.

واستخدام المياه في الزراعة يلي في أهميته استخدامها للشرب، وفي الواقع تعد الزراعة أكبر المستهلكين لمصادر المياه العذبة حيث تستهلك حوالي ٧٠٪ من إمدادات المياه السطحية. وري المحاصيل بمياه ملوثة وذات نوعية رديئة سيؤدي بلا شك لإنتاج محاصيل ملوثة، وبذلك يصل التلوث في النهاية للإنسان.

هذا الكتاب يتطرق لهذه القضية ويطرح مؤشرات لنوعية المياه يمكن استخدامها لتقييم نوعية المياه للاستخدامات المختلفة.

ويهدي المترجمان هذا الكتاب لجامعة الملك سعود وللمكتبة العربية ، كأول مرجع مترجم للعربية يناقش هذه القضية.

المترجمان

تمهيد

حتى وقت متأخر من بداية الألفية الحالية، كانت تقتصر التربية البيئية إلى حدٍّ كبير على برامج الدراسات العليا والدكتوراه فقط ، مع بعض برامج البكالوريوس التي تقدم التخصص في الدراسات البيئية. ولكن، في السنوات الأخيرة، زاد الاهتمام بالتعليم البيئي وليس فقط على مستوى التعليم الجامعي ولكن على مستوى المدارس الإعدادية أيضا. ونتيجة للرغبة في التعلم عن البيئة زاد الاهتمام من قبل الأشخاص العاديين في جميع أنحاء العالم بتطوير الألفة مع مصطلحات مثل نوعية الهواء ونوعية المياه وإعادة تأهيل النظم البيئية. لم تعد تقتصر تقارير الطقس اليومية إلى الحرارة والرطوبة وسرعة الهواء ولكن بدأ الحديث عن مستويات الجسيمات، وأكاسيد النيتروجين وأكاسيد الكبريت.

ونظرا للدور المحوري للمياه في دعم وتشكيل وجودنا، من المتوقع – عاجلا وليس آجلا– أن الجميع يود أن يعرف كمية المياه الجيدة أو الرديئة التي يستخدمها الفرد. يود المرء أن يعرف ما إذا كانت أنابيب المياه ستتحول للأفضل أم للأسوأ، وأخذ جميع الجوانب الأخرى في الاعتبار، مثلا هل الماركة (أ) من مياه الشرب المعبأة في الزجاجات أفضل كميا من الماركة (ب)؟. وكذا الوعي باتجاه الوضع العام لنوعية المياه في بلدة أو مدينة أو منطقة أو بلدٍ ما سوف يزيد أم لا؟. إن هذا السيناريو الناشئ عن استخدام مؤشرات (دلائل) نوعية المياه (WQIs) سوف يستخدم على نطاق واسع لأن WQIsهي الوسيلة الوحيدة التي يمكن بها نقل الصفات والخواص المتعددة لنوعية المياه إلى الأشخاص العاديين في صيغة واحدة أو رقم أو قيمة واحدة.

كما يبين المؤلفون في الفصل التمهيدي من الكتاب أن مصطلح WQIs يشير إلى نوعية المياه بنفس الطريقة التي يعكس بها مؤشر سينسكس (Sensex) مستوى سوق الأسهم في مومباي ومؤشر داو جونز

(Dow Jones) في حالة سوق الأسهم في نيويورك. يمكن حتى للشخص غير الملم بتعقيدات أسعار الأسهم والاقتصاد من تكوين فكرة عن حالة الاقتصاد من خلال قيم هذه المؤشرات. وبالمثل، فإن الرقم النسبي البسيط للتغير من خلال ارتفاع وانخفاض المؤشر في يوم يعطي فكرة عن الكيفية التي تتحرك بها الآلاف من الشركات المختلفة وتغيرات القيمة السوقية لها في ذلك اليوم. سوف يقوم مؤشر WQIs بأداء مهمة 'قياس' نوعية المياه وإبلاغها إلى مستخدمي المياه بطريقة مماثلة. سوف نسمع جملاً مثل: "إن نوعية المياه من النهر لدينا في محطة إمدادات المياه انخفضت إلى ٣٥ في العام الماضي، والآن قد تحسنت إلى ٤٥ ولكننا بصدد محاولة لتحسينه إلى ٦٠ نقطة حيث يرتقي إلى فئة "جيد جدا". أو مورد مياه الشرب المعبأة في زجاجات معلنا، "مياهنا دائما في درجة أعلى بكثير من ٧٥ في مؤشر مياه الشرب الوطني ".

ونظرا لأهمية المياه في حياة كل كائن حي ، ناهيك عن تأثيره الحقيقي على 'حياة أو موت' البشر، فأهمية هذا الكتاب لا يمكن أن تكون مبالغا فيها. إنه أول كتاب ينشر حول هذا الموضوع ويجعل نشره حدثاً مهماً على المستوى العالمي. أهنئ شركة إلسفير (Elsevier) لمبادرتها إلى نشر هذا الكتاب، وأتمنى أن يكون نجاحا كبيرا.

الأستاذ جي. أ. ك. تارين J. A. K Tarren.

نائب رئيس الجامعة،

جامعة بونديشيري

المؤلفون

المحتويات

مقدمة المترجمين ..... هـ

تمهيد ..... ز

الباب الأول: مؤشرات نوعية المياه المعتمدة أساسا على الخواص الكيميائية والفيزيائية ١

الفصل الأول: لماذا الحاجة إلى مؤشرات نوعية المياه ٣

(١ , ١) مقدمة ٣

(١ , ٢) مؤشرات نوعية المياه ٤

(١ , ٣) العودة إلى مؤشرات نوعية المياه ٥

(١ , ٤) أول مؤشر حديث لنوعية المياه: مؤشر هورتون ٦

(١ , ٥) المزيد حول فوائد مؤشر نوعية المياه ٧

(١ , ٦) المؤشرات المبنية على التقييم الحيوي ٨

المراجع ٨

الفصل الثاني: نهج صياغة مؤشر نوعية المياه ١١

(١ , ٢) المقدمة ١٢

(٢ , ٢)الخطوات الاعتيادية ١٢

(٢ , ٣) اختيار العنصر ١٣

(٢ , ٤) تحويل المكونات ذات الوحدات والأبعاد المختلفة لمقياس مشترك: تكوين المؤشرات الثانوية ١٤

(٢ , ٥) تعيين الأوزان ٢٠

(٢ , ٦) تجميع المؤشرات الفرعية لإنتاج مؤشر نهائي ٢٠

(٢ , ٧) الخصائص نماذج التجميع ٢٥

المراجع ٣٠
الفصل الثالث: المؤشرات 'التقليدية' لتحديد صلاحية المياه للاستخدامات المختلفة ٣٣
(١ , ٣) مقدمة عامة ٣٤
(٢ , ٣) مؤشر براون أو مؤسسة الصرف الصحي الوطنية لنوعية المياه ٣٤
(٣ , ٣) مؤشر نيميرو وسوميتومو للتلوث ٣٨
(٤ , ٣) مؤشر براتي الضمني للتلوث ٤٠
(٥ , ٣) مؤشر ديننغر ولاندوير لإمدادات المياه العامة ٤٢
(٦ , ٣) مؤشر مكديفي وهاني لتلوث النهر ٤٤
(٧ , ٣) مؤشر دنيوس لنوعية المياه ٤٥
(٨ , ٣) مؤشر أوكونور ٤٦
(٩ , ٣) مؤشر والسكي وباركر ٤٧
(١٠ , ٣) مؤشر ستونر ٥٠
(١١ , ٣) مؤشر بهارجافا' ٥٢
(١٢ , ٣) مؤشر دنيوس الثاني ٥٣
(١٣ , ٣) مؤشر فيت وبهارجافا ٥٥
(١٤ , ٣) مؤشر نهر جانجا لفيد براكاش وآخرين ٥٧
(١٥ , ٣) مؤشر سميث ٥٩
(١٦ , ٣) مؤشرات نوعية مياه خليج تشيسابيك ٦٧
(١٧ , ٣) مؤشر السمية المائية ٦٧
(١٨ , ٣) مؤشر لي للموارد المائية الإقليمية لتقييم النوعية ٦٨
(١٩ , ٣) مؤشر نوعية الماء ذو المستويين ٦٨
(٢٠ , ٣) استخدام مؤشر نوعية المياه تقييم مياه البرك ٦٩
(٢١ , ٣) استخدام المؤشر لدراسة بحيرة هانومان، جابالبور ٧٢
(٢٢ , ٣) مؤشر نوعية المياه الساحلي لتايوان التجميع ٧٤
(٢٣ , ٣) مؤشر نوعية المياه المعدل لأوريغون ٧٥

(٣,٢٤) المؤشر العام للتلوث ٧٦
(٣,٢٥) المؤشر الكندي لنوعية المياه ٧٧
(٣,٢٦) مؤشر نوعية المياه العام ٧٧
(٣,٢٧) تحسين أساليب التجميع ٨٠
(٣,٢٨) أول مؤشر لنوعية المياه في فيتنام ٨٢
(٣,٢٩) المقارنة ٨٧
المراجع ٨٧
الفصل الرابع: التعرف على أوجه عدم التيقن في المؤشرات التي تستند على تقييم نوعية المياه: استخدام الإحصاء الأكثر تقدما ونظرية الاحتمالات والذكاء الاصطناعي ٨٩
المراجع ٩٣
الفصل الخامس: مؤشرات تعتمد على التحليل الإحصائي المتقدم نسبيا من بيانات نوعية المياه ٩٥
(٥,١) المقدمة ٩٦
(٥,٢) مؤشر هاركين ٩٧
(٥,٣) مؤشر دالة بيتا ٩٨
(٥,٤) المؤشر مع دالة التجميع المتشعبة ("المختلطة") ٩٩
(٥,٥) مؤشر نوعية المياه للمناطق الساحلية بالبحر الأبيض المتوسط بمصر على أساس تحليل المكون الأساسي ١٠٠
(٥,٦) مؤشر نوعية مياه لنهر ريو ليرما ١٠١
(٥,٧) مؤشر نوعية مياه جديد يقوم على مزيج من تقنيات متعدد المتغيرات ١٠١
(٥,٨) مؤشرات لدراسة نهر لياو ١٠٥
(٥,٩) مؤشر نوعية المياه على أساس تحليل عامل متعدد المتغيرات ١٠٥
(٥,١٠) دراسة لتأثيرات التلوث البشري في مجرى كانلا، الهند ١٠٧
المراجع ١٠٩
الفصل السادس: مؤشرات نوعية المياه على أساس المنطق الضبابي وغيرها من أساليب الذكاء الاصطناعي . ١١١
(٦,١) مقدمة ١١١
(٦,٢) الاستدلال الضبابي ١١١

(٦,٣) أول مؤشر باستخدام المعادلات الضبابية ١١٣
(٦,٤) نحو تطبيق القواعد الضبابية في تطوير مؤشرات نوعية للمياه ١١٧
(٦,٥) تقييم نوعية المياه باستخدام التقييم الاصطناعية الضبابي ومناهج أخرى نحو تطوير مؤشرات نوعية المياه الضبابية ١٢٠
(٦,٦) الوصول إلى المؤشرات الضبابية في صنع القرار البيئي ١٢٤
(٦,٧) مؤشر نوعية المياه مبني على الخوارزمية الجينية ١٢٩
(٦,٨) مؤشر نوعية المياه الضبابي لأوكامبو – دوكو وآخرون (٢٠٠٦) ١٣٠
(٦,٩) مؤشر نوعية المياه الضبابي لإيكامى ICAGA 162 ..... ١٣٧
(٦,١٠) استخدام مشغل متوسط الموزون المرتب للتجميع ١٤٣
(٦,١١) مؤشرات نوعية المياه الضبابية مؤشرات للأنهار البرازيلية (لرمونتوف وآخرون ٢٠٠٨ و ٢٠٠٩، روفيدا وآخرون ٢٠١٠) ١٤٧
(٦,١٢) مؤشر هيبرد الضبابي – احتمالات مؤشر نوعية المياه ١٥٠
(٦,١٣) مؤشر نوعية المياه الضبابي المستند على الأنتروبي ١٥١
(٦,١٤) نظام دعم قرار تلوث النهر الضبابي ١٥٦
(٦,١٥) مؤشر نوعية المياه الصناعية الضبابي ١٥٨
(٦,١٦) تأثير خطأ الرصد العشوائي وعدم اليقين في تقييم نوعية المياه ١٥٩
المراجع ١٥٩
الفصل السابع: مؤشرات نوعية المياه الاحتمالية أو العشوائية ١٦٣
(٧,١) المقدمة ١٦٣
(٧,٢) مؤشر نوعية المياه العشوائي العالمي ١٦٥
(٧,٣) تعديل المؤشر العشوائي العالمي من قبل كوردبوه وآخرين ١٧١
المراجع ١٧٢
الفصل الثامن: مؤشرات "التخطيط" أو "اتخاذ القرار" ١٧٣
(٨,١) المقدمة ١٧٤
(٨,٢) مؤشرات إدارة نوعية المياه ١٧٥

(٨,٣) مؤشر دي لنوعية المياه المستند على نظام التقييم البيئي ١٧٧
(٨,٤) مؤشر زوتمن للتلوث المحتمل ١٧٩
(٨,٥) مؤشر النوعية البيئية المقترحة من إنهيبار ١٨٠
(٨,٦) مؤشر جوهانسون وجونسون للتلوث ١٨١
(٨,٧) مؤشر أوت لأولويات التخطيط الوطني ١٨٢
(٨,٨) مؤشرات نوعية المياه للإدارة التشغيلية ١٨٢
(٨,٩) مؤشر تنظيم أنظمة إدارة المياه..... ١٨٥
(٨,١٠) مؤشر لتقييم تأثير العوامل البيئية الإقليمية والهيدرولوجية ومياه البحيرات ١٨٥
(٨,١١) مؤشر نوعية مياه أحواض التجميع ١٨٥
(٨,١٢) مؤشر تقييم التلوث في حوض التجميع ١٨٦
(٨,١٣) مؤشر نوعية المياه بمساعدة نظم المعلومات الجغرافية لمياه الري ١٨٧
(٨,١٤) نظام مؤشرات إدارة أحواض تجميع المياه..... ١٩١
(٨,١٥) مؤشر نوعية المياه الضبابي لتقييم نوعية المياه للروبيان ١٩٢
(٨,١٦) مؤشر لتقييم صلاحية المياه المعالجة للري ١٩٢
(٨,١٧) مؤشر إدارة نوعية مياه الري ١٩٤
(٨,١٨) مؤشر لتحليل البيانات الناتجة عن الشبكات الآلية لأخذ العينات (المراقبة المستمرة)..... ١٩٧
(٨,١٩) مؤشر كفاية مياه الشرب لبلدان آسيا ١٩٩
(٨,٢٠) مؤشرات للتنبؤ بنوعية الجداول المائية الزراعية ٢٠١
(٨,٢١) مؤشر لتقييم نطاق معالجة مياه الصرف الصحي ٢٠٣
(٨,٢٢) استخدام المؤشرات لتحديد أولويات حدود نوعية المياه للسيطرة على التلوث غير المحدد..... ٢٠٥
المراجع ٢٠٦
الفصل التاسع: مؤشرات لتقييم نوعية المياه الجوفية ٢٠٩
(٩,١) المقدمة ٢١٠
(٩,٢) مؤشر نوعية المياه لميشار ١٩٨٥م ٢١٠
(٩,٣) إجراءات تطوير مؤشرات نوعية المياه المستخدمة الأخرى ٢١١

(٤ ,٩) مؤشر نوعية المياه في المتكون المائي ٢١٣
(٥ ,٩) مؤشر نوعية المياه الجوفية لسلطان ٢١٥
(٦ ,٩) مؤشر تلوث المياه الجوفية..... ٢١٥
(٧ ,٩) مؤشر نوعية المياه السطحية والجوفية ٢١٦
(٨ ,٩) استخدام مؤشر نوعية المياه الجوفية، ومؤشر التلوث، وخرائط مخاطر التلوث لتصميم شبكة مراقبة نوعية المياه ٢١٧
(٩ ,٩) تخفيض في مؤشرات نوعية المياه الجوفية المستندة على نظرية المجموعات ٢٢٠
(١٠ ,٩) مؤشر التنمية باستخدام تحليل العامل المناسب..... ٢٢٠
(١١ ,٩) المؤشرات لتقييم المياه الجوفية الهشة ٢٢٣
(١٢ ,٩) مؤشر نوعية المياه الجوفية لدراسة تأثيرات مدافن النفايات ٢٢٤
(١٣ ,٩) المؤشرات المثلى لشبكة مراقبة نوعية المياه الجوفية..... ٢٢٦
(١٤ ,٩) المؤشر الاقتصادي لنوعية المياه الجوفية على أساس تكلفة المعالجة ٢٢٦
(١٥ ,٩) مؤشر المياه الجوفية المعتمد على المعلومات الأنتروبية ٢٢٦
(١٦ ,٩) مؤشر نوعية المياه الجوفية المعتمد على المنطق الضبابي..... ٢٢٩
(١٧ ,٩) استخدام مؤشر نوعية المياه ونظم المعلومات الجغرافية في رسم خرائط نوعية الطبقات الجوفية ٢٢٩
المراجع ٢٣٢
الفصل العاشر: مؤشرات نوعية المياه بالولايات المتحدة الأمريكية وكندا ٢٣٥
(١ ,١٠) مقدمة ٢٣٥
(٢ ,١٠) مؤشرات نوعية المياه الكندية ٢٣٦
(٣ ,١٠) مؤشرات نوعية المياه بالولايات المتحدة ٢٤١
(٤ ,١٠) مؤشر سعيد وآخرين لنوعية المياه ٢٤٣
المراجع ٢٤٩
الفصل الحادي عشر: توليد البرمجيات لمؤشرات نوعية المياه ٢٥٣
(١ ,١١) مقدمة ٢٥٣
(٢ ,١١) الأساس البنيوي ٢٥٣
المراجع ٢٦٩

الباب الثاني: مؤشرات نوعية المياه المعتمدة على التقييم الحيوي ٢٧١
الفصل الثاني عشر: مؤشرات نوعية المياه المعتمدة على التقييم الحيوي: مقدمة ٢٧٣
(١٢, ١) المقدمة ٢٧٣
(١٢, ٢) المؤشرات الحيوية في سياق تطور مؤشرات نوعية المياه ٢٧٥
(١٢, ٣) نهج الرصد المعتمد على الضغوطات و المعتمدة على الاستجابة ٢٧٦
(١٢, ٤) المؤشرات الحيوية – العامة ٢٨١
المراجع ٢٨٣
الفصل الثالث عشر: المؤشرات الحيوية ٢٨٧
(١٣, ١) المقدمة ٢٨٨
(١٣, ٢) التحدي المتمثل في إيجاد مواقع "مراقبة" ٢٨٩
(١٣, ٣) التكاليف المرتبطة باستعمال التقييم الحيوي للمياه ٢٩٠
(١٣, ٤) الأحياء المستخدمة في التقييم الحيوي ٢٩١
(١٣, ٥) المؤشرات الحيوية لأنظمة المياه العذبة والمالحة المستندة على اللافقاريات الصغيرة ٢٩٢
(١٣, ٦) المؤشرات الحيوية كمؤشرات لسلامة المياه والمخاطر على صحة الإنسان ٣٠٧
(١٣, ٧) مقارنة أداء المؤشرات الحيوية المختلفة ٣٠٩
(١٣, ٨) المؤشرات الحيوية والبلدان النامية ٣١٣
(١٣, ٩) قيود المؤشرات الحيوية ٣١٤
(١٣, ١٠) مؤشرات نوعية المياه والمؤشرات الحيوية: نظرة عامة ٣١٤
المراجع ٣١٦
الفصل الرابع عشر: المؤشرات الحيوية المتكاملة أو مؤشرات متعددة القياس ٣٢٥
(١٤, ١) مقدمة ٣٢٧
(١٤, ٢) أول مؤشر حيوي متكامل ٣٢٩
(١٤, ٣) برنامج الدفع-الضغط-الجهد-التأثير-الاستجابة ومؤشر التكامل الحيوي ٣٣٣
(١٤, ٤) أمثلة توضيحية لتطوير المؤشر ٣٤١
(١٤, ٥) نظرة عامة حول المؤشرات المبنية على أصناف مختلفة ٣٨٠

(١٤,٦) مؤشرات النظم المائية المختلفة ٤٠٤
(١٤,٧) المؤشرات المتداخلة والمقارنة ٤٠٦
(١٤,٨) حاضر ومستقبل المؤشرات الحيوية المتكاملة ٤٢١
(١٤,٩) سمات المعترف بها جيدا الآن للمؤشر IBI ٤٣١
(١٤,١٠) أوجه القصور في IBI ٤٣٣
المراجع ٤٣٦
الفصل الخامس عشر: نهج متعدد المتغيرات للتقييم الحيوي لنوعية المياه ٤٤٩
(١٥,١) المقدمة ٤٤٩
(١٥,٢) نموذج Rivpacs ٤٥٠
(١٥,٣) مشتقات البرنامج ٤٥٥
(١٥,٤) النهج متعدد المتغيرات و IBI ٤٦١
المراجع ٤٦٥
الباب الثالث: نظرة إلى الخلف، التطلع إلى المستقبل ٤٦٩
الفصل السادس عشر: مؤشرات نوعية المياه: نظرة إلى الخلف، التطلع إلى المستقبل ٤٧١
(١٦,١) المقدمة ٤٧١
(١٦,٢) أفضل مؤشر لنوعية المياه ٤٧٢
(١٦,٣) المسار في المستقبل ٤٧٣
(١٦,٤) الكلمة الاخيرة ٤٧٤
المراجع ٤٧٥
ثبت المصطلحات ٤٧٧
أولاً: عربي - إنجليزي ٤٧٧
ثانياً: إنجليزي - عربي ٤٨٥
كشاف الموضوعات ٤٩٣