بسم الله الرحمن الرحيم

الهيدروليجا وتحليل السهول الفيضية

تأليف

PHILIP B. BEDIENT
WAYNE C. HUBER
BAXTER E. VIEUX

ترجمة

أ. د. عبد الرحمن بن علي العذبه

هندسة نظم المياه والري-قسم الهندسة الزراعية

كلية علوم الأغذية والزراعة-جامعة الملك سعود

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ المملكة العربية السعودية

(ح) دار جامعة الملك سعود للنشر، ١٤٤٢هـ (٢٠٢٠م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

بيدنت ، فيليب بي

الهيدروليجا وتحليل السهول الفيضية. / فيليب بي بيدنت ؛ واين سي هوبر ؛ بيكستر اي فيوكس ؛ عبد الرحمن بن علي العذبه - الرياض، ١٤٤٢هـ

١٠٢٧ص؛ ١٧×٢٤سم

ردمك: ٠-٨٨٧-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨

١- الهيدروليجا ٢- السهول - أ.هوبر ، واين سي (مؤلف مشارك) ب.فيوكس ، بيكستر اي (مؤلف مشارك) ج.العذبه ، عبدالرحمن بن علي (مترجم) د.العنوان

ديوي ٦٢٧,٧٠٢ ١٤٤١/١٢٢٩٦

رقم الإيداع: ١٤٤١/١٢٢٩٦

ردمك: ٠-٨٨٧-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨

هذه ترجمة عربية محكمة صادرة عن مركز الترجمة بالجامعة لكتاب:

Hydrology and Flood Plain Analysis
By: PHILIP B. BEDIENT, WAYNE C. HUBER, BAXTER E. VIEUX
© Pearson Education,Inc., 2019.

وقد وافق المجلس العلمي على نشرها في اجتماعه السابع للعام الدراسي ١٤٤٠/ ١٤٤١هـ المعقود بتاريخ ٢٩/ ٠٣/ ١٤٤١هـ الموافق ٢٥/ ١١/ ٢٠١٩م.

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يُسمح 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

إهداء المترجم

أُهدِي هذا العملَ المتواضعَ

إلى مَن فقدناهم مؤخرًا وقد كان لهم أثرٌ كبيرٌ في حياتنا، وهم: الوالدة، والشقيقة أم عبد الله، والمهندس محمد عبد الجيد، الذي قدَّر الله ألا يكون معنا ليشاركنا فرحة طباعة هذا الكتاب. فرحمهم اللهُ رحمةً واسعةً، وأسكنهم فسيحَ جناته، ورحِم الله جميعَ موتى المسلمين.

شكر وتقدير المترجم

يتقدَّم المترجم بجزيل الشكر وجميل العرفان لجامعة الملك سعود /https://www.ksu.edu.sa، ممثَّلة في مركز الترجمة بالجامعة http://tc.ksu.edu.sa على دعمه وتمويله لترجمة هذا الكتاب القيِّم علميًّا ومعرفيًّا، والشكر أيضًا لقسم الهندسة الزراعية بجامعة الملك سعود.

كما يودُّ المترجم التعبيرَ عن خالص الشكر والتقدير للمهندس محمد سيد عبد الجيد، المعيد السابق بقسم الهندسة الزراعية بجامعة الملك سعود، والمهندس فريد عبد الباقي إبراهيم رضوان، الباحث بكرسي الشيخ محمد بن حسين العمودي لأبحاث المياه بجامعة الملك سعود؛ وذلك لجهودهما المضنية التي بذلاها معنا في تنسيق الكتاب ونسخه كتابةً على الحاسب الآلي وإخراجه بالصورة المشرفة، فلهما منَّا أطيبُ التحية وأجمل الثناء.

المترجم

نبذة عن المترجم

الأستاذ الدكتور عبد الرحمن بن علي العذبه، أستاذ هندسة نظُم المياه والري بقسم الهندسة الزراعية ومُشرِف كرسي الشيخ العمودي لأبحاث المياه بجامعة الملك سعود .http://faculty.ksu.edu.sa/alazba

- من مواليد ١٣٨١هـ بقرية آل ماشي، محافظة أحد رفيدة، منطقة عسير. التحق عام ١٤٠٠هـ، بجامعة الملك سعود وبعد التخرُّج عُيِّن معيدًا بقسم الهندسة الزراعية في جُمادى الأولى عام ١٤٠٥هـ (١٩٨٥م).
- ابتُعث إلى الولايات المتحدة الأمريكية للحصول على الماجستير والدكتوراه، حيث أكمل مرحلة اللغة الإنجليزية بجامعة ولاية أوهايو، كولومبوس، أوهايو، ١٤٠٧هـ (١٩٨٧م). وحصل على الماجستير من قسم الهندسة المدنية والبيئية بكلية الهندسة، جامعة ولاية كولورادو، ١٤١٠هـ (١٩٨٩م)، وعلى الدكتوراه في هندسة الري ومصادر المياه (هيدروليجا وهيدروليكا) من قسم هندسة الموارد الطبيعية والزراعية بكلية الهندسة والمعادن، جامعة أريزونا، ١٤١٤هـ (١٩٩٤م).
- اهتماماته البحثية في مجال المياه والري مرتبطة بتقدير الطلب على مياه الري في المملكة، وتحسين طُرق تقدير الاحتياجات المائية للمحاصيل باستخدام النماذج الرياضية والبرامج الحاسوبية، وإدارة المياه، وتنمية الموارد المائية وترشيدها ورفع كفاءة استخدامها في الري على النحو الأمثل، وحصاد مياه الأمطار واستغلالاتها المتعددة، والري الناقص وتطبيقاته في المملكة، والتحليل الهيدروليجي والتصميم الهيدروليكي. ونشَر العديدَ من الأبحاث في النمذجة والبرمجة، والأمثلية واستخدام نظُم المعلومات الجغرافية، ونظُم القرار المساند، وتقنيات الذكاء الاصطناعي.
- ترأس قسم الهندسة الزراعية بجامعة الملك سعود، وشارَك في عضوية كثير من اللجان، ومنها اللجنة الوطنية لترشيد مياه الري، وخبير الإيفاد الداخلي في مشروع تطوير سهول تهامة

ي

ومناطق جازان لدراسة موارد المياه وشبكات الري، وشارك في اللجنة السعودية – اليابانية لدراسة الموت القمي في منطقة عسير (مجموعة المياه والأرصاد المناخية)، وعضو اللجنة الفرعية للمياه والري بالغرفة التجارية بالرياض، وعضو فريق دراسة وضع الري في المملكة العربية السعودية، وعضو مبادرة ترشيد استخدام المياه في الري بصندوق التنمية الزراعية.

- أمين عام المجلس الاستشاري بجامعة الملك سعود في دورته الأولى ٢٠١٣-٢٠١٥م، وعضو المجلس الاستشاري للجامعة، مستشار ومساعد أمين مجلس جامعة الملك سعود منذ غرة محرم ١٤٣٥هـ، وعضو مجلس الجامعة، عضو مجلس إدارة المؤسسة العامة للري.
- رئيس لجنة الدراسات العليا بقسم الهندسة الزراعية منذ العام الجامعي ١٤٣٢/ ١٤٣٣هـ.
- عضو جمعية المهندسين المدنيين الأمريكية، وجمعية المهندسين الزراعيين الأمريكية، وجمعية المهندسين الزراعيين الآسيوية، والجمعية السعودية للعلوم الزراعية، وعضو مؤسِّس في جامعة أهلية، وعضو مؤسِّس في جمعية الحبوب والأعلاف السعودية، وعضو في جمعية حماية المستهلك. وعضو اللجنة العليا الإشرافية للبوابة الإلكترونية بجامعة الملك سعود، ومستشار فريق تقنية المعلومات والبوابة الإلكترونية لكلية علوم الأغذية والزراعة.
- مستشار غير متفرغ بوزارة التعليم العالي، ووكالة جامعة الملك سعود للشؤون الأكاديمية، ووكالة الجامعة للتطوير والجودة.
- مستشار متعاون مع شركات زراعية لترشيد المياه والطاقة، ونشر ثقافة وتطبيق إدارة مياه الري في المملكة العربية السعودية.
- مستشار متعاون مع شركة دار الرياض للدراسات الهيدروليجية والتصاميم الهيدروليكية.
- عضو فريق المبادرة الثانية لترشيد المياه بصندوق التنمية الزراعية.
- أشرف على رسائل ماجستير ودكتوراه، وممتحِن خارجي لرسائل الماجستير والدكتوراه.
- ألَّف كتاب ميكانيكا الموائع التطبيقية، وشارك في تأليف ثلاثة كتب؛ اثنان منها باللغة الإنجليزية. وترجم مع آخرين كتاب "تصميم نظُم الري- المنظور الهندسي"، وكتاب "تصميم وتشغيل نظُم الري المزرعي"، وكتاب "أسُس تصميم نظام الري المزرعي"، وكتاب "هندسة الري والصرف"، وترجم بمفرده كتاب "هندسة مصادر المياه"، وكتاب "هيدروليكا القنوات المائية المكشوفة"، وكتاب "الري بالرش والتنقيط"، وكتاب "جودة المياه- التلوث الانتشاري وإدارة مناشئ المياه"، وكتاب " النظُم الهيدروليجية والهيدروليكية"، وكتاب هندسة الحفاظ على المياه والتربة. وحصل مشاركةً على براءتي اختراع من المكتب الأمريكي للبراءات.
- له محاولات جهود فاعلة في تفعيل وتطبيق إدارة المياه والري في المملكة، ومن خلال تجاربه في ذلك تبيَّن أن التحدي كبير، ويحتاج إلى بذل الكثير من الجهد والتضحية، وتضافر جهات عديدة؛ تشريعية تنظيمية، وأكاديمية بحثية، وتطبيقية تنفيذية.

مقدمة المترجم

يمرُّ العالم اليوم بتطوُّر سريع في مناحي الحياة التنموية، وخاصة في المجالات العلمية التطبيقية والتقنية، وهو ما يتطلب المزيدَ من الجهود المبذولة لنقل هذه العلوم وترجمتها إلى لغتنا العربية بسرعة متناسقة مع سرعة تقدُّم العالم من حولنا. ولقد بذَل العديدُ من المهتمين في مجال الترجمة جهودًا بارزة في هذا المضمار، وفي مقدمتهم الأساتذة الأكاديميون والباحثون العلميون في ترجمة الكتب العلمية والتطبيقية ونقلها من لغاتها الأم إلى العربية؛ إدراكًا منهم لأهمية الاستفادة من خبرات الآخرين الذين سخَّروا كافة الإمكانيات المتاحة في تطوير العلوم التطبيقية، خاصة الهندسية ذات العلاقة بمجال المياه؛ وذلك من أجل تطويع وتوطين التقنيات الحديثة بما يتلاءم مع بيئتنا المحلية وطبيعتنا المجتمعية.

وترجمة هذا الكتاب الذي يُعَدُّ من أفضل الكتب المؤلَّفة في مجال الهندسة الهيدروليجية والهيدروليكية، ما هو إلا ثمرة جهد متواضع يصبُّ في أحد روافد المعرفة، ويسهم مع إنجازات الآخرين في توفير الأسُس العلمية النظرية والتطبيقيات العملية الهندسية. ويحتوي هذا الكتاب على معلومات علمية أساسية ترتبط بالهندسة المتخصِّصة في التصميم الهيدروليكي والهيدروليجي التي يحتاجها مهندس المياه.

وإذ نُقدِّم هذا الكتاب المترجم للمكتبة العربية، آملُ أن يُمثِّل إضافةً مهمة في هذه المسيرة، ونسألُ اللهَ أن ينفع به الجميع.

المترجم

إهداء المؤلِّفين

إلى سيندي، وإيريك، وكورتني
وإلى والدي لما قدَّماه لي من نُصح وتوجيه
وإلى معلميَّ، وإلى كل طلابي عبر الخمسة وثلاثين عامًا الماضية

فيليب ب. بيديانت

إلى أسرتي

واين س. هوبر

إلى زوجتي جاين، وإلى أطفالنا:
ويليام، وإيلين، ولورا، وآن، وكيمبرلي
وإلى والديَّ

باكستر إ. فيوكس

تمهيد المؤلِّفين

يتمتع مجال الهيدروليجا بأهمية كبيرة وأساسية لدى المهندسين المدنيين والبيئيين، والمهندسين الهيدروليكيين، وعلماء الطاقة المائية، وعلماء الأرض الآخرين؛ بسبب الأهمية الشاملة للمياه في المجتمع الحديث. وتشمل مواضيع إمدادات المياه والفيضانات الكبرى وفترات الجفاف وإدارة كل منها، والصرف الصحي في المناطق الحضرية ومياه العواصف، وإدارة السهول الفيضية، وتغيُّر المناخ وتأثيرات جودة المياه. وفي السنوات الأخيرة، تسبَّبت الأعاصير واندفاع العواصف في إحداث كثير من الكوارث الساحلية الضخمة، وبشكل خاص على امتداد المناطق الساحلية حيث توسَّع النمو الحضري بشكل متسارع. وتمَّ تأليف هذا الكتاب للتركيز على المعالجة بالحوسبة للهيدروليجا الحديثة سواء على مستوى المرحلة الجامعية أو الدراسات العليا، وتوفير منهج متوازن للتطبيقات المهمة في مجال الهندسة الهيدروليجية وعلم الهيدروليجا. والتركيز خاصة في الطبعة السادسة على دمج أمثلة جديدة، والمسائل المنزلية، وتطبيقات النمذجة الحاسوبية.

تطوُّر الهيدروليجا

أحدث الاستخدام المتزايد لأجهزة الحاسب الآلي وتطوُّر برامجه ثورةً في الممارسة اليومية للهيدروليجا. كما ظهر تأثير نقل البيانات عبر شبكة الاتصالات الدولية (الإنترنت) من المصادر الحكومية والعلمية إلى الهيدروليجي الممارِس أو الدارس في هذا المجال. فالبيانات الهيدروليجية لتساقط الأمطار، ونماذج التضاريس الرقمية، وبرامج الخرائط المرتبطة بها – تسمح بالنمذجة الهيدروليجية الآن لحل المشاكل المعقدة بكفاءة. وأدَّت نظُم المعلومات الجغرافية (GIS) وتسجيل تساقط الأمطار بالرادار إلى حد كبير إلى تحسين قدرتنا على التنبؤ بالاستجابة الهيدروليجية. وقد أُدخِلت عدة تحسينات رئيسة على النماذج الهيدرولوجية القائمة، مثل HEC-HMS وHEC-RAS وEPA-SWMM، وسيتم تسليط الضوء على هذه التطوُّرات مع الأمثلة في الطبعة السادسة. وهناك قائمة من المواقع الإلكترونية والروابط المهمة المستخدمة حاليًّا بشكل

روتيني في الهيدروليجا مُدرَجة في الملحق (هـ)، ويمكن العثور عليها في الموقع الإلكتروني للمرجع: hydrology.rice.edu. بينما حُدِّث الكتاب بأكمله بالعديد من الأمثلة الحديثة والمسائل المنزلية الجديدة، وتُسرد أهم التحديثات المدرَجة في الطبعة السادسة فيما يلي:

- الفصل السادس: يشمل مثالًا جديدًا على دراسة حالة حقيقية لتطبيق الضوابط اللامركزية لمياه العواصف بنموذج SWMM5.
- الفصل السابع: مناقشة النموذج الحديث HEC-RAS مع مثال تفصيلي جديد.
- الفصل الثامن: أمثلة جديدة على نمذجة المياه الجوفية.
- الفصل العاشر: فصل جديد عن نظُم المعلومات الجغرافية في مجال الهيدروليجا مع مثال جديد.
- الفصل الحادي عشر: تمَّ تحديثه بالكامل، ويتضمن مثالًا جديدًا على Vflo®.
- الفصل الثاني عشر: فصل جديد يُسلِّط الضوءَ على تطوُّر سياسة الفيضانات في الولايات المتحدة الأمريكية.
- الفصل الثالث عشر: فصل جديد حول دراسات حالة الموارد المائية الأمريكية.

ترتيب الطبعة السادسة

قُسِّمت الطبعة السادسة من الكتاب إلى ثلاثة أقسام رئيسة: القسم الأول، والذي يتكون من الفصول الأربعة الأولى، ويغطي الموضوعات التقليدية في الهيدروليجا المتعلقة بالتوازن المائي، مثل: (١) المبادئ الهيدروليجية والدورة الهيدروليجية وتقنيات القياس، و(٢) التحليل الهيدروليجي باستخدام المنحنى المائي لتساقط الأمطار- الجريان، و(٣) التحليل الإحصائي وتحليل تكرار الفيضان، و(٤) طُرق توجيه الفيضان الهيدروليكية والهيدروليجية. وتُوفِّر هذه الفصول الكثيرَ من الأسُس لتطبيق المزيد من تطبيقات النمذجة في الفصول اللاحقة من الكتاب، ثم تضمين العديد من الأرقام الجديدة والأمثلة ومسائل الواجب المنزلي.

وصُمِّم القسم الرئيس الثاني من الفصل الخامس إلى التاسع لتطبيق النظرية الهيدروليجية وتقنيات النمذجة الهيدروليجية المتاحة على العديد من المجالات الهيدروليجية والتصميم الهندسي: تحليل مناشئ المياه، ووصف السهول الفيضية، والمياه الجوفية، وتصميم الصرف الصحي. وركَّز على وصف أحدث الطرق ونماذج الحاسب الآلي بالتفصيل الكافي للتطبيق العملي. كما تمَّ تقديم أمثلة حديثة ودراسات حالة جديدة. وتمَّ تحديث **الفصل الخامس** "نماذج المحاكاة الهيدروليجية"، ليشمل أحدث الإدارات للنموذج HEC-HMS. ويعرض **الفصل السادس** "هيدروليجا المناطق الحضرية" أساليب ومرجعيات نماذج الحاسب

الآلي المتاحة للأنابيب ونظُم الصرف المكشوفة وقناة العاصفة، كما يعرض نموذج إدارة مياه العواصف SWMM5 مع مثال جديد لتخطيط مناشئ المياه. ويغطي **الفصل السابع** "المكونات الهيدروليكية للفيضان"، أولًا: مفاهيم تدفق القنوات المائية المكشوفة، بما في ذلك، التدفق المنتظم والتدفق الحرج. وتُشكِّل هذه المفاهيم الأساسية لمختلف التحليلات الهيدروليكية، مثل حسابات قطاع سطح المياه في النموذج الهيدروليكي HEC-RAS، وقد وُصف بالتفصيل مع دراسة حالة جديدة تُبيِّن قدرة النموذج في الحالة المستقرة وغير المستقرة لتقييم السهول الفيضية الطبيعية. ويعرض **الفصل الثامن** "هيدروليجا المياه الجوفية" كفصل مستقل بذاته، والذي يشتمل على التدفق في الوسط المنفذ، وخواص الطبقة الحاملة للمياه، وميكانيكا البئر، وتطبيقات الحاسب الآلي. واستُنتِجت المعادلات الحاكمة للتدفق وتم تطبيقها على عدد من مشاكل المياه الجوفية، وتمَّ إضافة مثال جديد. ويعَدُّ **الفصل التاسع** فصلًا شاملًا عن تطبيقات التصميم في مجال الهيدروليجا، وهو يعالج تصميم الأمطار، وتصميم مناشئ المياه الصغيرة، والتصميم الهيدروليكي، وتصميم بركة الاحتجاز، وتصميم القنوات تحت الأرضية المنفصلة، ومشاكل تعديل تصميم السهول الفيضية.

ويتضمن الجزء الرئيس الأخير أربعة فصول (العاشر، والحادي عشر، والثاني عشر، والثالث عشر) والتي تمت إعادة صياغتها بالكامل لتغطية مجموعة متنوعة من الموضوعات مثيرة للاهتمام وذات الصلة، مثل: تحليل بيانات نظُم المعلومات الجغرافية والحساب الهيدروليجي، وتقييم مياه الأمطار، وتقييم مناشئ المياه، وتأثير العواصف الشديدة، وإدارة الفيضان، ودراسة حالة الموارد المائية في جميع أنحاء الولايات المتحدة. وليس ثمة كتابٌ آخر للهيدروليجا يعرض هذا النوع من المواد العملية مجمعةً كلها في مكان واحد مثل هذا الكتاب. ويعرض **الفصل العاشر** استخدام نظُم المعلومات الجغرافية الحالية ونماذج الارتفاع الرقمية (DEMs) كأدوات مهمة لتحليل مناشئ المياه، واستخدام الأراضي، والنمذجة الهيدروليجية، وتخطيط السهول الفيضية الحديثة. ومتاحٌ الآنَ على نطاق واسع كثير من قواعد البيانات الهيدروليجية المفيدة في شكل رقمي عالي الدقة على شبكة الإنترنت (انظر الملحق هـ). ويصف **الفصل الحادي عشر** بعضَ أحدث التقنيات حول استخدم بيانات الرادار نيكسراد (NEXRAD) لحساب شدة الأمطار فوق مناطق مناشئ المياه. وحسَّنت تقنية تسجيل تساقط الأمطار بالرادار إلى حد كبير مقدرتنا على التنبؤ بأنماط تساقط الأمطار فوق مناشئ المياه، وعرض المزايا الحقيقية لنظُم الإنذار بالفيضانات الهيدروليجية.

والفصل الثاني عشر فصلٌ جديد عن التحكم في الفيضانات وإدارة المخاطر في الولايات المتحدة، ويضمُّ عددًا من الأمثلة الجديدة من جميع أنحاء الولايات، بما في ذلك مناقشة إستراتيجيات

السيطرة على فيضانات نهر الميسيسيبي، واستجابة التخفيف من حدة الزيادة في نيو أورليانز من كاترينا. **والفصل الثالث عشر** هو أيضًا فصلٌ جديد في الطبعة السادسة، حول مشاريع الموارد المائية الرئيسة في الولايات المتحدة مع دراسات حالة مُفصَّلة في نهر كولورادو، كولومبيا، وقضايا الفيضانات الرئيسة في ولاية تكساس، وقضايا حقوق المياه بين فلوريدا وجورجيا.

الجمهور والمصادر المتاحة

تُوفِّر الطبعة السادسة من الكتاب لطلاب العلم النظريات الهندسية الحديثة أو الهيدروليكية اللازمة لفهم المبادئ الهيدروليجية، والنمذجة الهيدروليجية، والهيدروليكا وتحليل السهول الفيضية، وتحليل وإدارة الموارد المائية في العالم الرقمي الحديث. وسيجد الطالب أو المهندس الممارس الكتابَ مرجعًا مفيدًا للطرق الهيدروليجية، والنماذج الحالية، وأمثلة التصميم، ودراسات الحالة الموثقة على نطاق واسع. وبالإضافة إلى ذلك، استُخدمت المسائل البسيطة والأمثلة وجداول البيانات، وأبرزت في كثير من الأماكن بالطبعة السادسة من الكتاب، والتي تشتمل على أكثر من ٨٠ مثالًا محلولًا، وما يزيد عن ٢٢٠ مسألة كواجب للطالب، و١٣ دراسة حالة أساسية.

وتُقدِّم الشبكة العنكبوتية الدولية (الإنترنت) للطالب العديدَ من المصادر للوصول إلى البيانات الإقليمية بأقل تكلفة وأدنى جهد، ومن بينها هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية، وهيئة الأرصاد الجوية القومية، وهيئة خدمة المحافظة على الموارد الطبيعية، وسلاح المهندسين بالجيش الأمريكي، وغيرها من الوكالات الحكومية والمحلية كمصادر محتملة للحصول على البيانات الهيدروليجية الإقليمية. ويحتوي الكتاب على موقع إلكتروني مصاحب، وهو hyrology.rice.edu الذي يشتمل على مجموعة كاملة من شرائح الباوربوينت (PPT) لتعليمات الفصل الدراسي، جنبًا إلى جنب مع مجموعة من البيانات، وجداول البيانات، وتلميحات النمذجة، والبرامج التعليمية، ومصادر أخرى. ويشرف الدكتور بيديانت على الموقع لأي شخص أو طالب علم في الدورة بدون أي تكلفة. وقد تمَّ تصميم هذه المصادر لتحسين عملية تدريس الهيدروليجا على مستويي الدراسة الجامعية والدراسات العليا. وإضافةً إلى ذلك، يتوفر كتيب تفصيلي لحلول الأمثلة بتحديثاتها للمدربين. ولمزيد من التفصيل حول المصادر المتاحة، انظر موقــع الويب الخاص بالكتاب: hydrology.rice.edu وwww.pearsonhighered.com/engineering-resources.

شكر وتقدير

طُوِّرت الطبعة الحالية من الكتاب على مدى فترة ٣٥ عامًا، بدءًا من عام ١٩٨٢، من ملحوظات الدورة التدريبية الأصلية في فصل دراسي في مجال الهيدروليجا وتحليل مناشئ المياه في جامعة رايس. وخلال سنوات عديدة من التفاعل مع الزملاء والطلاب، تطوَّر الكتاب إلى شكله الحالي مع التركيز على الأمثلة البسيطة، والشرح الواضح، والأساليب الحسابية الحديثة. وتحتوي الطبعة السادسة المحدَّثة، على الواجبات المنزلية، والأمثلة في جميع الفصول، والفصول الجديدة التي ألَّفها عددٌ من الزملاء البارعين. وأنا بالطبع مَدينٌ للمشاركين في تأليفه، للدكتور واين هوبر، والدكتور باكستر فيوكس؛ لمساهمتهما التي لا تُقدَّر بثمن على مرِّ السنين، والتحديثات الجديدة في الفصول الثالث والسادس والحادي عشر. وأنا مَدينٌ أيضًا للدكتور ويسلي هايفيلد والدكتورة أنتونيا سيباستيان على الفصل العاشر المنقَّح حديثًا، وكذلك للدكتورة أنتونيا سيباستيان ووافي قوري على تحديث ومراجعة الفصل الثاني عشر، والدكتور نيك فانق، والدكتور أندرون خوان، وكاترين نيكييل على تأليف الفصل الثالث عشر، والتحديثات المنقَّحة والمدرَجة في الفصل السابع (الدكتور يعقوب توريس)، والفصل الثامن (الدكتور فيل دي بلانك). وأشكرُ أيضًا الدكتور جيري ستيدنجر من جامعة كورنيل على المساعدة المستنيرة للغاية في تحديث وتحليل تكرار الفيضانات في النشرة ١٧ب، وعلى الإجراءات الموضّحة في الفصل الثالث.

وموَّل قسم حماية مناشئ المياه في مدينة أوستين المشروعَ الذي تمَّ استخدامه كدراسة حالة لنموذج SWMM5 في الفصل السادس، المقطع الثامن. وكان الاستشاري جيوسينتك المقاول الرئيس وقائد النموذج، مع المساعدة من شركة تشان وشركائه الهندسية، وهيدر فينهاوس، ولیندا بیشایك، واكر ليك، والدكتور مايكل باريت، والموظفينَ الرئيسينَ في مدينة أوستن؛ مايك كيلي، وليلى جوسلينك، ورجور جليك.

ونحن ممتَّنون على وجه الخصوص للأفراد التاليين لمراجعتهم الكاملة لمخطوطة المسودة وللاقتراحات الهائلة والتعليقات الجمَّة التي أسهموا بها: فكانت هولي ستارك، المحررة الأولى في بيرسون، ذات دور أساسي في تتبُّع التغيرات المهمة لهذه الطبعة السادسة من الكتاب. وأشكر جميعَ المهنيين في بيرسون لجهودهم نيابة عنَّا، ولا سيما سكوت ديسانو، وكارول سنايدر، وبريسي سيندر.

إن المرجع الناجح دائمًا ما يكون ثمرة جهود فريق عمل، وفريق العمل بجامعة رايس كان ممتازًا في دعمهم المتواصل واهتمامهم بالتفاصيل. وثمة شكرٌ خاص لميجان

غينجز، وريك هوفينفا في جامعة رايس؛ لمهارتها التقنية في تنظيم ومراجعة النصوص والأشكال والتحاليل، ولتقديم مدخلات قيمة لأمثلة ومسائل الواجب المنزلية. ونودُّ أيضًا أن نشكر طلاب جامعة رايس: مات جارسيا، وأليسون أرشيبال، وبوب تشانج، وتوبي لي؛ الذين ساعدوا بشكل كبير في تطوير مسائل جديدة، وحل الأمثلة، وتطوير وفحص حلول المسائل المنزلية الجديدة للطبعة السادسة.

فيليب ب. بيديانت، جامعة رايس
واين س. هوبر، جامعة ولاية أوريجون
باكستر إ. فيوكس، جامعة أوكلاهوما

عن المؤلفين

فيليب ب. بيديانت: هو أستاذ كرسي (هيرمان براون) للهندسة، بقسم الهندسة المدنية والبيئية، جامعة رايس، هيوستن، تكساس، وحصل على درجة الدكتوراه في علوم الهندسة البيئية من جامعة فلوريدا في عام ١٩٧٥. وقام بالتسجيل في مهنة الهندسة والتدريس والأبحاث في مجال الهيدروليجا السطحية، والنمذجة، ونظُم التنبؤ بالفيضانات، وهيدرولوجيا المياه الجوفية. وقد قام بتوجيه ما يزيد عن ٦٠ مشروعًا بحثيًّا عبر الـ ٤١ عامًا الماضية، وألَّف أكثر من ٢٠٠ مقالًا صحفيًّا، وحاضَر في مؤتمرات خلال تلك الفترة. وقد قام كذلك بتأليف أربعة مراجع في مجال هيدروليجا المياه السطحية والمياه الجوفية. وقد تقلد منصب كرسي شيل المميز بعلوم البيئة (١٩٩٢–١٩٨٨)، وجائزة ثايس للسيرة الذاتية في عام ٢٠٠٧، وانتُخب عضوًا في جمعية المهندسين المدنيين الأمريكية في عام ٢٠٠٦.

وعمل الدكتور بيديانت في العديد من الموضوعات الهيدروليجية على الصعيد الوطني، ومن بينها: تحليلات حوض النهر، ودراسات السهول الفيضية الرئيسة، والإنذار بالفيضانات، ونظُم تلوث المياه الجوفية، ونماذج الهيدروليجا/ نظُم المعلومات الجغرافية في الموارد المائية. وقد أسهم بنشاط في تطوير نظُم الحاسب الآلي التي تتعلق بالتنبؤ الفيضانات والتحذير منها، وقام مؤخرًا بإدارة تطوير نظام التنبيه بالفيضانات في الوقت الفعلي (FAS2 وFAS3) لصالح مركز تكساس الطبي (TMC) في هيوستن.

وقام الدكتور بيديانت ببناء نظُم إنذار الفيضانات في الزمن الفعلي لصالح العديد من المؤسسات عبر ولاية تكساس. ويدير حاليًّا مركز تعليم التنبؤ بالعواصف الشديدة والإخلاء

عند وقوع الكوارث (SSPEED) بجامعة رايس، وهي منظمة بحثية من خمس جامعات من القطاعين الخاص والعام، والكيانات التي تتنبأ وتُقيِّم آثار العواصف والفيضانات الشديدة بالقرب من ساحل الخليج. وهذا المركز مخصَّص لتطوير نظُم التنبؤ بالفيضانات والدفقات في الزمن الفعلي للمناطق الساحلية التي تقع حول هيوستن مثل قناة السفن بهيوستن، وكذلك تقييم الطرق البنائية الهيكلية وغير الهيكلية المتبعة للتخفيف من العواصف الشديدة. وتلقَّى الدكتور بنديانت تمويل البحوث من وكالة حماية البيئة بالولايات المتحدة الأمريكية، ووزارة الدفاع الأمريكية، والمؤسسة القومية للبحوث، وولاية تكساس، وسلاح المهندسين بالجيش الأمريكي، ومدينة هيوستن، ومنحة هيوستن.

واين س. هوبر: أستاذ متفرغ بقسم الهندسة المدنية والإنشائية بجامعة ولاية أوريجون، كورفاليس، وكبير مستشاري مكتب الهندسة البيئية الاستشاري، بورتلاند، أوريجون. وقد تعامَل في رسالته لنيل درجة الدكتوراه بمعهد ماساتشوستس للتقنية مع ظاهرة التكوين الطبقي الحراري في الخزانات، والتي حصل مقابلها على جائزة لورينز ج. ستروا ب من جامعة منيسوتا وجائزة هيلجارد الهيدروليكية من الجمعية الأمريكية للهندسة المدنية. وتشمل الجوائز الإضافية جائزة جوليان هيندز من مجلس البيئة والموارد المائية. وهو عضو في العديد من الجمعيات الفنية، وشغل الكثيرَ من الوظائف الإدارية داخل الجمعية الأمريكية للهندسة المدنية، بما في ذلك عمله كمُحرِّر مُشارِك في مجلة الهندسة البيئية منذ عام ٢٠٠٧. وهو مُؤلِّف لما يزيد عن ١٢٠ تقريرًا وورقة بحث تقنية، ومُسجَّل كمهندس محترف، وعمل مستشارًا في العديد من الدراسات التي قامت بها الوكالات العامة والشركات الهندسية الخاصة. وعمِل في عدد من لجان المراجعة بالأكاديمية الوطنية للعلوم، بما في ذلك رئيس لجنة المراجعة العلمية المستقلة لإعادة ترقي أيفرجليدز.

وبدايةً من جامعة فلوريدا واستمرارًا في جامعة ولاية أوريجون، اشتمل العمل البحثي للدكتور هوبر على دراسات للهيدروليجا الحضرية، وإدارة مياه العواصف، وجريان المصادر غير المفردة، وهيدروليجا حوض النهر، وتغذية البحيرات، وإحصائيات تساقط الأمطار، والنمذجة الهيدروليجية، ونمذجة جودة المياه. وهو يعَدُّ واحدًا من المؤلِّفين الأصليين لنموذج إدارة مياه العواصف التابع للوكالة الأمريكية لحماية البيئة، وقد ساعد في حفظ وتحسين النموذج التابع لإصداره عام ١٩٧١. ويعَدُّ الدكتور هوبر شخصيةً معروفة على المستوى الدولي في مجال علوم كمية الجريان السطحي وعملية الجودة في المناطق الحضرية.

باكستر إ. فيوكس: وهو أستاذ متفرغ بكلية الهندسة المدنية والعلوم البيئية، بجامعة أوكلاهوما، نورمان. وهو يدرس دورات في الهيدروليجا، والنمذجة البيئية، وتطبيقات نظُم المعلومات الجغرافية، والموارد المائية، وإدارة جودة المياه. وانضم للعمل بجامعة أوكلاهوما في عام ١٩٩٠ حتى عام ٢٠١٣، وأمضى ١٠ سنوات قبل مسيرته الأكاديمية في وزارة الزراعة الأمريكية مع هيئة الحفاظ على الموارد الطبيعية (هيئة المحافظة على التربة سابقًا) في ولاية كانساس وميشيغان، وكان يشغل أعلى منصب له كقائم بأعمال مهندس الدولة. وهو مُسجَّل كمهندس محترف في العديد من الولايات، وهو نائب مدير ومؤسس شركة فيوكس وشركاؤها، وهي شركة تقنية هندسية بعملاء منتشرين في كل أنحاء الولايات المتحدة وفي السوق الدولي في مجال الهيدروليجا القائمة على الرادار. والدكتور فيوكس هو مبتكر ومهندس النموذج الهيدروليجي الأولى الموزَّع على أساس الفيزياء والمتاح تجاريًّا، Vflo™، والذي صُمِّم منذ البداية باستخدام خرائط عالية الدقة من المعاملات الأرضية وسقوط الأمطار بالرادار. وقام بتأليف ما يربو عن ١١٠ أبحاث في الهيدروليجا، بما في ذلك النمذجة الهيدروليجية الموزَّعة باستخدام نظُم المعلومات الجغرافية، الإصدار الثالث، دار نشر سبرينجر نورويل، ماساتشوستس، سلسلة تقنية علوم المياه، الجزء ٧٤. وطوَّر الدكتور فيوكس تقنية رصد تساقط الأمطار باستخدام الرادار وتقنية نمذجة الجريان، لخدمات التنبؤ الهيدروليجي العامل في الولايات المتحدة، وعلى الصعيد الدولي.

المحتويات

إهداء المترجم ..... هـ
شكر وتقدير المترجم ..... ز
نبذة عن المترجم ..... ط
مقدمة المترجم ..... ك
إهداء المؤلِّفين ..... م
تمهيد المؤلِّفين ..... س
المحتويات ..... ث
الفصل الأول: المبادئ الهيدروليجية ١
(١,١) مقدمة في الهيدروليجا ١
(١,٢) النظُم المناخية ١١
(١,٣) التساقط ٢٩
(١,٤) الدورة الهيدروليجية ٤٤
(١,٥) تساقط الأمطار – الجريان البسيط ٥١
(١,٦) تدفق مسار المياه والمنحنى المائي ٥٣
(١,٧) تحليل المنحنى المائي ٥٦
(١,٨) القياسات الهيدروليجية ٦٨
الموجز ٧٦
المسائل ٧٨
المراجع ٨٧
الفصل الثاني: التحليل الهيدروليجي ٩١

(٢,١) مفاهيم مناشئ المياه ٩١
(٢,٢) نظرية المنحنى المائي الوحدوي ٩٥
(٢,٣) تطوير المنحنى المائي الوحدوي الاصطناعي ١٠٩
(٢,٤) تطبيقات المنحنى المائي الوحدوي ١٢٦
(٢,٥) نماذج الموجة الخطية والموجة الكينامتيكية ١٣٢
(٢,٦) الفاقد الهيدروليجي: البخر والبخر نتح ١٣٧
(٢,٧) الفاقد الهيدروليجي: التسرُّب ١٥٠
(٢,٨) طريقة جرين وأمبت للتسرُّب ١٥٨
(٢,٩) تساقط الثلوج وذوبانها ١٧٠
الموجز ١٨١
المسائل ١٨٣
المراجع ١٩٥
الفصل الثالث: تحليل التكرار ٢٠١
(٣,١) مقدمة ٢٠١
(٣,٢) مفاهيم الاحتمالية ٢١٠
(٣,٣) المتغيرات العشوائية والتوزيعات الاحتمالية ٢١٢
(٣,٤) فترة العودة أو مدة التكرار ٢٢٤
(٣,٥) نماذج احتمالية شائعة ٢٢٩
(٣,٦) العرض البياني للبيانات ٢٤٨
(٣,٧) التحليل الإقليمي ٢٦٣
(٣,٨) موضوعات وثيقة الصلة ٢٦٥
الموجز ٢٦٧
المسائل ٢٦٧
المراجع ٢٨١
الفصل الرابع: تتبُّع الفيضان ٢٨٥
(٤,١) التتبُّع الهيدروليجي والهيدروليكي ٢٨٥
(٤,٢) التتبُّع الهيدروليجي للنهر ٢٩٤
(٤,٣) التتبُّع الهيدروليجي للخزان ٣٠٤
(٤,٤) المعادلات الحاكمة للتتبُّع الهيدروليكي للنهر ٣١٤
(٤,٥) حركة موجة الفيضان ٣١٨

(٤,٦) تتبُّع الموجة الكينامتيكية ٣٢٢
(٤,٧) التتبُّع الهيدروليكي للنهر ٣٣٤
الموجز ٣٤٦
المسائل..... ٣٤٧
المراجع ٣٥٧
الفصل الخامس: نماذج المحاكاة الهيدروليجية ٣٥٩
(٥,١) مقدمة إلى النماذج الهيدروليجية ٣٥٩
(٥,٢) خطوات نمذجة مناشئ المياه ٣٦٥
(٥,٣) وصف النماذج الهيدروليجية الرئيسة ٣٦٦
(٥,٤) نظرية فيضان المنحنى المائي HEC-HMS..... ٣٧٢
(٥,٥) تطبيق HEC-HMS على مناشئ المياه ٣٨٣
(٥,٦) تحليل HEC-HMS على مناشئ المياه: دراسة حالة ٣٩٨
الموجز ٤١٠
المسائل..... ٤١١
المراجع ٤١٦
الفصل السادس: الهيدروليجا الحضرية ٤١٩
(٦,١) خصائص الهيدروليجا الحضرية..... ٤١٩
(٦,٢) استعراض العمليات الفيزيائية..... ٤٢٧
(٦,٣) تحليل تساقط الأمطار في الأحواض الحضرية ٤٣٨
(٦,٤) طرق تحليل الكمية ٤٥٢
(٦,٥) هيدروليكا نظام الصرف الصحي..... ٤٧٠
(٦,٦) خيارات التحكم..... ٤٧٦
(٦,٧) نماذج الحاسب الآلي ٤٨٣
(٦,٨) دراسة حالة نموذج إدارة مياه العاصفة: تقييم التحكم اللامركزي في مياه العواصف بالمناطق الحضرية في أوستن، تكساس ٤٨٧
الموجز ٥١٢
المسائل..... ٥١٣
المراجع ٥٣١
الفصل السابع: هيدروليكا السهول الفيضية ٥٤١
(٧,١) التدفق المنتظم..... ٥٤١

(٧,٢) حسابات التدفق المنتظم ٥٤٧
(٧,٣) الطاقة النوعية والتدفق الحرج ٥٥٣
(٧,٤) حدوث العمق الحرج ٥٥٨
(٧,٥) التدفق غير المنتظم أو التدفق تدريجي التغير ٥٥٩
(٧,٦) معادلات التدفق تدريجي التغير..... ٥٦٠
(٧,٧) تصنيف ملامح سطح المياه ٥٦٧
(٧,٨) القفزة الهيدروليكية ٥٧٢
(٧ , ٩) مقدمة إلى نموذج نظُم تحليل الأنهار التابعة لمركز الهندسة الهيدروليجية..... ٥٧٤
(٧ , ١٠) الأساس النظري لنموذج نظم تحليل الأنهار التابعة لمركز الهندسة الهيدروليجية ٥٧٦
(٧,١١) متطلبات البيانات الأساسية (الحالة المستقرة)..... ٥٧٩
(٧ , ١٢) الإمكانيات الاختيارية لنموذج نظم تحليل الأنهار التابعة لمركز الهندسة الهيدروليجية ٥٨٤
(٧ , ١٣) نمذجة الجسر في نظُم تحليل الأنهار التابعة لمركز الهندسة الهيدروليجية ٥٨٦
(٧ , ١٤) خصائص نموذج نظم تحليل الأنهار التابعة لمركز الهندسة الهيدروليجية ٥٩٣
الموجز ٦١٢
المسائل..... ٦١٣
المراجع ٦٢٠
الفصل الثامن: هيدروليجا المياه الجوفية ٦٢١
(٨,١) مقدمة ٦٢١
(٨,٢) خواص المياه الجوفية ٦٢٤
(٨,٣) حركة المياه الجوفية ٦٣١
(٨,٤) صافي التدفق..... ٦٣٧
(٨,٥) المعادلات العامة للتدفق..... ٦٤٠
(٨,٦) معادلة دوبويت..... ٦٤٣
(٨,٧) خطوط مسار المياه وخطوط تساوي الجهد ٦٤٨
(٨,٨) التدفق غير المشبع ٦٥٠
(٨,٩) هيدروليكا الآبار للحالة المستقرة ٦٥٢
(٨,١٠) هيدروليكا الآبار للحالة غير المستقرة ٦٦١
(٨,١١) آبار المياه ٦٧٥
(٨,١٢) النمذجة العددية للمياه الجوفية لفليب دي بلانك ٦٧٩
الموجز ٦٩٣

المسائل ٦٩٤
المراجع ٧٠٠
الفصل التاسع: تطبيقات التصميم في الهيدروليجا ٧٠٣
(٩,١) مقدمة ٧٠٤
(٩,٢) نظُم الصرف المجمع ٧٠٤
(٩,٣) تصميم البرابخ ٧٢٤
(٩,٤) أحواض الاحتجاز المستخدمة للتخفيف من تأثيرات المشروع ٧٤٣
(٩,٥) مشاكل تصميم إدارة السهول الفيضية ٧٤٨
الموجز ٧٦٣
المسائل ٧٦٤
المراجع ٧٦٦
الفصل العاشر: نُظُم المعلومات الجغرافية والمكانية في الهيدروليجا ٧٦٩
(١٠,١) المقدمة ٧٧٠
(١٠,٢) هياكل وتنسيقات بيانات نظام المعلومات الجغرافية ٧٧١
(١٠,٣) النقاط المرجعية الأرضية، ونظام الإحداثيات، والمقياس ٧٧٤
(١٠,٤) المعاملات الهيدروليجية للعرض المكاني ٧٧٩
(١٠,٥) التمثيل المكاني للتضاريس ٧٨٥
(١٠,٦) الهيدروليجا والهيدروليكا المعتمدة على نظام المعلومات الجغرافية ٧٨٩
(١٠,٧) منشئ مياه رافد كلير: عملية جمع البيانات وما بعد المعالجة بغرض التحليل الهيدروليجي والهيدروليكي ٧٩٢
(١٠,٨) أدوات نظام المعلومات الجغرافية للنمذجة الهيدروليجية والهيدروليكية ٧٩٨
الموجز ٧٩٩
المراجع ٨٠١
الفصل الحادي عشر: تطبيقات تساقط الأمطار باستخدام الرادار في الهيدروليجا ٨٠٣
(١١,١) مقدمة ٨٠٤
(١١,٢) خلفية عن الرادار ٨٠٤
(١١,٣) التطبيقات الهيدروليجية للرادار ٨٠٩
(١١,٤) تعديل جهاز المعايرة للرادار ٨١٧
(١١,٥) التطبيقات الهيدروليجية ٨٢١
(١١,٦) دراسة حالة لنموذج *Vflo*® لمنشئ المياه، في المشجرات بتكساس ٨٢٧

الموجز ٨٣٥
المراجع ٨٣٦
الفصل الثاني عشر: سياسة وإدارة مخاطر الفيضان في الولايات المتحدة الأمريكية ٨٤١
(١٢,١) مقدمة ٨٤٢
(١٢,٢) نهر الميسيسيبي ٨٤٢
(١٢,٣) تاريخ السياسة الأمريكية لإدارة الفيضانات ٨٤٥
(١٢,٤) المناهج الهيكلية وغير الهيكلية للتخفيف من مخاطر الفيضانات..... ٨٥٣
(١٢,٥) دمج عدة إستراتيجيات لإدارة شاملة لمخاطر الفيضانات ٨٧٨
(١٢,٦) مستقبل إدارة مخاطر الفيضانات ٨٨٢
الموجز ٨٨٥
المراجع ٨٨٦
الفصل الثالث عشر: حالات دراسة في الموارد المائية: إدارة الفيضانات والجفاف في الولايات المتحدة ٨٩٣
(١٣,١) مقدمة ٨٩٣
(١٣,٢) نهر كلورادو – ترويض الغرب الجامح ٨٩٥
(١٣,٣) نهر كولومبيا – صيد الأسماك في المياه العكرة..... ٩٠٥
(١٣,٤) قضايا المياه في ولاية تكساس: الفيضانات والجفاف ٩١٤
(١٣,٥) حالات الجفاف في ولاية تكساس..... ٩٣٥
المراجع ٩٣٦
الملحق أ: الرموز ومعانيها..... ٩٤١
الملحق ب: معاملات التحويل ٩٤٥
الملحق جـ: خواص المياه..... ٩٤٧
الملحق د: جداول التوزيع الطبيعي وإكسل الطبيعي ومعادلات توزيع قاما ٩٥١
الملحق هـ: مواقع الإنترنت المفيدة المرتبطة بالهيدروليجا..... ٩٥٩
مسرد المصطلحات..... ٩٦٥
ثبت المصطلحات ٩٨١
كشاف الموضوعات ١٠١٧