



التحليل المركب وتطبيقاته

تأليف

وليام ر. دريك

ترجمة

د. سعدون إبراهيم عثمان البراهيم و د. أبوبكر الصديق بيومي

قسم الرياضيات - كلية العلوم

جامعة الملك سعود

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب. ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية



ح) جامعة الملك سعود، ١٤٢٥هـ (٢٠٠٤م)

الطبعة الأولى: ١٤٢٢هـ/٢٠٠٢م

هذه ترجمة عربية مصرح بها من مركز الترجمة بالجامعة لكتاب:

Complex Analysis and Applications. 2nd Edition 1984

By: William R. Derrick

© 1984, by Wadsworth,

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

دريك، وليام

التحليل المركب وتطبيقاته. / وليام دريك؛ سعدون إبراهيم البراهيم،

أبوبكر الصديق بيومي - ط ٢. - الرياض، ١٤٢٥هـ

٤٧٧ص، ١٧×٢٤ سم

ردمك: ٧-٧٤٠-٣٧-٩٩٦٠

١- الدوال المركبة ٢- تحليل الدوال أ- البراهيم، سعدون إبراهيم

(مترجم) ب- بيومي، أبوبكر الصديق (مترجم) ج- العنوان

١٤٢٥/٤٣٠٧

ديوي ٥١٥,٩

رقم الإيداع: ١٤٢٥/٤٣٠٧

ردمك: ٧-٧٤٠-٣٧-٩٩٦٠

تم تحكيم هذا الكتاب بواسطة لجنة متخصصة، وقد وافق المجلس العلمي على طباعته في اجتماعه الثاني والعشرين للعام الدراسي ١٤٢٤/١٤٢٥هـ المعقود بتاريخ ٢٨/٥/١٤٢٥هـ الموافق ١٦/٦/٢٠٠٤م.

النشر العلمي والمطابع ١٤٢٦هـ



كلمة المترجمان

يعتبر هذا الكتاب من الكتب الغنية بالتطبيقات الممنوعة في مجال التحليل المركب ، وهي تطبيقات يحتاج إليها طلاب العلوم والهندسة وغيرهم ، وهذا أحد الأسباب التي دفعتنا إلى ترجمته.

لقد بذلنا جهدا متواضعا لإخراجه على ما هو عليه ، مستخدمين أسلوبا مبسطا ، وواضعين في اعتبارنا عدم الخروج عن النص أثناء الترجمة. هذا وقد وضعنا ثبث للمصطلحات العلمية في نهاية الكتاب ، متوخين أكثرها انتشارا في الوطن العربي.

ونود في هذا المقام أن نشكر الدكتور إبراهيم ديب سريميني والسيد علي رفعت لمراجعتهما هذا الكتاب.

نأمل من الله سبحانه وتعالى أن يتقبل عملنا هذا وأن تتحقق الفائدة التي ينشدها طلال العلم ، والله الموفق والهادي إلى سواء السبيل.

المترجمان

مقدمة المؤلف

التحليل المركب واحد من أكثر فروع الرياضيات تشويقاً ونجاحاً، فنتائجه تساعد على إثبات نظريات مهمة، وتفتح آفاقاً لعدة مفاهيم في مجالات أخرى للرياضيات، وتعتمد كثير من الطرق الفعالة المستخدمة في تطبيقات الرياضيات في الهندسة والعلوم الأخرى على نظرية الدوال المركبة.

كما يعطي التحليل المركب مقدمة ممتازة للرياضيات المعاصرة بسبب سعة تطبيقاته وجمعه بين المفاهيم الهندسية والتحليلية، ويُسر الكثير من نتائجه. تعد التطورات الحديثة في نظرية الدالة المركبة ونظرية المتغيرات المركبة بإعطاء تطبيقات مفيدة في كثير من مجالات الهندسة.

وأحد أهدافي من كتابة هذا الكتاب هو الوصول لموضوع التكامل المركب بأسرع وقت ممكن، وهذا يتطلب تأخير معالجة الخواص الهندسية للدوال الأولية، وللوصول إلى صلب الموضوع بسرعة اعتمدت على ميزات؛ منها: أن التطورات اللاحقة تكون أغنى في التطبيقات وأهم في معالجتها للمتسلسلات والنقاط الشاذة والتكامل على مسار، بالإضافة إلى تأجيل عرض الخواص الهندسية ويعوّض عنه النظر إليها كدوال حافظة للزوايا، ويحقق ذلك ربطاً أفضل للموضوعات يوفر وقتاً يمكن استثماره في موضوعات أخرى.

وقد هدفت أيضاً من كتابة هذا الكتاب إلى تقديم خيارات من التطبيقات أوسع، ومدى من الطرائق أشمل مما تشتمل عليه الكتب التقليدية عادة.

وضمنت هذا الكتاب تطبيقات في علم البصرييات ، وانسياب النفاثات والأعقاب إضافة إلى الأمثلة المعهودة في علم الموائع ، وانتقال الحرارة والكهرباء الساكنة. وتعطي طرق التكامل على مسار خلفية ملائمة لحساب أقطاب Regge وتحولات لابلاس العكسية.

يحتوي الكتاب على تحولات التكامل ، وهذا موضوع يدرس دائما في إطار المتغير الحقيقي ، ولكنه يأخذ بعدا ذا أهمية أكبر عندما يدرس في إطار المتغيرات المركبة. وليس المقصود تغطية كل هذه الموضوعات في الفصل ولكنها عرضت كي يصمم منها المدرس مقررا يلائم رغباته.

تنظيم الكتاب وتغطيته

قصد من هذا الكتاب أن يكون كتابا لمقرر التحليل المركب لفصل واحد لطلاب المستوى الثالث ، ومادة الكتاب أكثر من ذلك بكثير، مما يتيح للمدرسين انتقاء الموضوعات التي يرونها أكثر أهمية.

تحتوي الفصول من الأول إلى الخامس معظم المادة التي تغطي مقررا أوليا خلال فصل واحد. وعلى المحاضرين الذين يريدون أن يقللوا من الجانب النظري ، ألا يعيروا بالا للأجزاء الاختيارية (٢،٥) و(٣،٥). أما الذين يريدون إغفال التطبيقات المطولة ، فعليهم أن يتحاشوا الأجزاء الاختيارية (١،١٠) ، (٤،٥) ، (٥،٧) و(٥،٨).

هذا وقد ضمنمت معالجة موجزة للدوال التوافقية في الجزء الأول (٦،١). ويمكن أن تدرس بعد تقديم الجزء (٢،٣).

الفصل السادس مقدمة للتحويلات التكاملية في إطار المتغير المركب ، ونأمل أن يختار بعض المحاضرين تقديم بعض هذه الموضوعات في برنامج مقرراتهم. وتعد التحويلات التكاملية طرقا مؤثرة في العلوم والهندسة. والمقدمة كافية لتهيئة الطلاب لمقررات متقدمة في الرياضيات التطبيقية.

ويمكن أن يشمل برنامج لمقرر فصلي واحد ما يأتي :

لطلاب الرياضيات: الفصول من ١ إلى ٥ متضمنة الأجزاء (٢,٥) و(٣,٥)، مع الأجزاء (٦,٢) و(٦,٥).
 أما بالنسبة لطلاب الهندسة فيحتوي على: الفصول من ١ إلى ٥ متضمنة الأجزاء (١٠,٥) أو (٤,٥) أو (٥,٧) و(٥,٨) مع الأجزاء (٦,١) مع (٦,٣) أو (٦,٧) أو (٦,٦).

المستوى

لقد وضع الكتاب لطالب هندسة "متوسط"، وقد أوليت عناية خاصة لشرح كل فكرة بأوضح ما يمكن مع التمهيد لكل فكرة أو نقاش.
 يحوي كل جزء عددا من الأمثلة المحلولة بالكامل. بالنسبة للإثباتات الأكثر صعوبة. وضعت بجانبها العلامة (+)، وكذلك وضعت في الفصول الاختيارية. ويمكن أن يستخدم الكتاب في مستويات مختلفة ويعتمد ذلك على الأجزاء المختارة والأمثلة.

الدقة والوضوح

راجع المؤلف وآخرون معه جميع الأمثلة والأجوبة في هذا الكتاب بعناية وذلك لتفادي الأخطاء. وأكون شاكرا لكم توجيه انتباهي إلى أي خطأ لم تنتبه إليه، كما أتعهد أن أنفذ جميع التصحيحات في النسخة القادمة من هذا الكتاب.

الأمثلة

يوجد في كل جزء عدد كبير من الأمثلة، تتراوح بين الأمثلة المباشرة والتطبيقات الأكثر تعقيدا وقد فصلت الأمثلة عن الموضوعات الأخرى بوجود فراغ.

التمارين

قد اتخذت عناية خاصة في إعداد مجموعة التمارين لضمان إعطاء كل تمرين خبرة تعليمية قيمة.

يشار إلى التمارين الأكثر صعوبة بالعلامة (*). وتحتوي كل مجموعة كمية وافية من التمارين رتب ترتيبا متدرجا حسب الصعوبة. كما تحتوي بعض التمارين على نتائج مفيدة، وناشد المحاضرين أن يختاروا باهتمام تلك الأكثر فائدة للفصل. هذا وقد قدمت الحلول للتمارين ذات الأرقام الفردية، وهي ليست أجوبة سهلة ولا حلولاً كاملة، لكنها توضح الاتجاه الذي يمكن أن يؤخذ للحصول على الجواب المعطى. وناشد الطلاب المحاولة بأنفسهم وإبداء أفكارهم قبل استخدام التوضيحات المعطاة. ويتوافر لدى الناشر منهاج يحوي الحلول الخاصة بالتمارين الزوجية.

ملاحظات الفصل

يوجد في نهاية كل فصل عرض موجز لنتائج أخرى ومصادر مكتملة. وناشد الطلبة الراغبين في المعرفة اختيار ما يرونه مناسباً للوصول إلى مدى أعمق للمادة.

جدول الرموز والملاحق

وضعنا بعد هذه المقدمة جدولا للرموز المستخدمة في هذا الكتاب. وتحتوي الملاحق عند نهاية هذا الكتاب جداول للدوال الحافظة للزوايا، كما تحوي تحولات لابلاس ومراجع موجزة للتكامل الخطي ونظرية جرين. ويختتم المؤلف المقدمة بالشكر لكل من أسهم في مراجعة عدة صور من هذه الطبعة.

وليام ديرك

المحتويات

صفحة

كلمة المترجمين	هـ
مقدمة المؤلف	ز

الفصل الأول: الدوال التحليلية

(١,١) الأعداد المركبة وجبرها	٢
(١,٢) التمثيل القطبي	١٣
(١,٣) المجموعات في المستوى المركب	٢٨
(١,٤) الدوال المتصلة ذات المتغير المركب	٣٥
(١,٥) الشروط الضرورية للتحليلية	٤٦
(١,٦) الشروط الكافية للتحليلية	٥٢
(١,٧) الأس المركب	٥٨
(١,٨) الدوال المثلثية والزائدية المركبة	٦٥
(١,٩) اللوغاريتم المركب ودوال القوى المركبة	٧١
(١,١٠) تطبيقات في علم الضوء (اختياري)	٨٠
ملاحظات	٨٧

صفحة

الفصل الثاني: التكامل المركب

٨٩	.....	(٢,١) التكاملات الخطية
١٠٢	.....	(٢,٢) نظرية جرين ونتائجها
١١١	.....	(٢,٣) صيغة كوشي للتكامل
١٢٤	.....	(٢,٤) نظرية "ليوفيل" ومبدأ القيمة العظمى
١٣٠	.....	(٢,٥) نظرية كوشي - جورساه (اختياري)
١٤٣	.....	ملاحظات

الفصل الثالث: المتسلسلات اللانهائية

١٤٥	.....	(٣,١) متسلسلة تايلور
١٥٥	.....	(٣,٢) التقارب المنتظم للمتسلسلات
١٦٨	.....	(٣,٣) متسلسلة لوران (لوران)
١٧٦	.....	(٣,٤) النقاط الشاذة المعزولة (الشواذ المعزولة)
١٨٣	.....	(٣,٥) الامتداد التحليلي (اختياري)
١٩٢	.....	ملاحظات

الفصل الرابع: التكاملات على مسار

١٩٥	.....	(٤,١) نظرية الباقي
٢٠٣	.....	(٤,٢) حساب التكامل الحقيقي المحدود
٢٠٦	.....	(٤,٣) تقدير التكامل الحقيقي المعتل
٢١١	.....	(٤,٤) التكاملات لدوال لها أقطاب على المحور الحقيقي
٢١٩	.....	(٤,٥) تكامل الدوال متعددة القيم (اختياري)
٢٢٧	.....	(٤,٦) مبدأ اختلاف الزوايا

صفحة

٢٣٣ ملاحظات

الفصل الخامس: الدوال حافظة الزوايا

٢٣٥ (٥, ١) اعتبارات هندسية

٢٤٢ (٥, ٢) التحويلات الكسرية الخطية

٢٥٠ (٥, ٣) مبدأ التماثل

٢٥٦ (٥, ٤) تحصيل الدوال الأولية الحافظة للزوايا

٢٦٠ (٥, ٥) انسياب الموائع

٢٧٠ (٥, ٦) صيغة شفارتز كريستوفل

٢٨١ (٥, ٧) تطبيقات فيزيائية في الانسياب الحراري والكهربية الساكنة (اختياري)

٢٩٢ (٥, ٨) الأثر في انسياب الموائع (اختياري)

٢٩٦ ملاحظات

الفصل السادس: مسائل القيم الحدية والقيم الابتدائية

٢٩٩ (٦, ١) الدوال التوافقية

٣٠٥ (٦, ٢) مسألة "دي رشيليه"

٣١٦ (٦, ٣) تطبيقات

٣٢٩ (٦, ٤) متسلسلة "فوريه"

٣٤٠ (٦, ٥) تحويلات فوريه

٣٤٧ (٦, ٦) تحويلات لابلاس

٣٦٠ (٦, ٧) تحويل لابلاس العكسي

٣٧٢ ملاحظات

صفحة

الملاحق

٣٧٥ (١) جدول الدوال الحافظة للزوايا

٣٨١ (٢) جدول تحويلات لابلاس

٣٨٣ (٣) التكاملات الخطية ونظرية "جرين"

٣٩٧ (٤) إجابات الأسئلة الفردية

٤٣٩ المراجع

ثبت المصطلحات

٤٤١ أولاً: عربي - إنجليزي

٤٥٧ ثانياً: إنجليزي - عربي

٤٧٣ كشف الموضوعات