

المحاضرة الثالثة عشر

مبادئ الخوارزميات

13.1 مقدمة في الخوارزميات Introduction to algorithms

الخوارزمية Algorithm مفهوم قديم يعود إلى مطلع القرن التاسع الميلادي في أوج الدولة العربية العباسية زمن المأمون. ومع ذلك فقد نشط الاهتمام بها كثيراً في المدة الأخيرة ومنذ ظهور الحواسيب، فشاع استخدامها وتركيز الاهتمام في مبادئها في الكتب والأبحاث وميادين متعددة من النشاطات العلمية والتطبيقية. فما هي الخوارزمية وما هو سبب الاهتمام بها والإلحاح عليها من جديد؟ ولماذا ارتبط اسمها باسم العالم العربي الكبير الخوارزمي؟

قبل أن نجيب عن هذه الأسئلة، من المناسب أن نورد نبذة من مسيرة هذا العالم الجليل الذي كان وراء ابتكار مفهومها، والذي يُعدّ بحق من أعظم العلماء العرب الذين تركوا بصمات جليلة في التراث الحضاري العالمي. فالخوارزمي هو محمد بن موسى الخوارزمي، عاش في بغداد من سنة 780 إلى 847 م، في عصر الخليفة المأمون وتوفي فيها. برز الخوارزمي في علوم الرياضيات والفلك وترك أثراً واضحاً فيها. فهو أول من وضع مبادئ علم الجبر، واصطَلح على تسميته بهذا الاسم حين ألف كتاباً سماه "الجبر والمقابلة"، وعنه أخذت كلمة الجبر بأشكالها المختلفة في جميع اللغات. ويقول الخوارزمي إن الخليفة المأمون هو من طلب منه وضع كتابه هذا وشجعه على ذلك. كما وضع الخوارزمي كتاباً آخر في فن

الحساب نُقِلَ إلى اللاتينية تحت عنوان: "Algoritmi de Nembro Indriun"

بقي الحساب العشري وجداول الضرب والقسمة تُعرف باسم الخوارزميات والألواح الخوارزمية لقرون في أوروبا. لكن هذا المصطلح تطور مع الزمن ليرتبط، مؤخراً ارتباطاً وثيقاً جداً ببرمجة الحواسيب الإلكترونية.

تعريف 1: ويُفهم اليوم من الخوارزمية أنها مجموعة الخطوات المتسلسلة والمُحدّدة التي تؤدي إلى حل قضية معينة والوصول إلى نتائجها.

فمثلاً عندما نتحدث عن خوارزمية عبور شارع بأمان، نقصد بذلك الخطوات الواجب اتباعها لضمان عبور الشارع دون التعرض للخطر. من أجل ذلك نَقَسُم مراحل عبور الشارع إلى الخطوات المتسلسلة التالية:

- 1- البداية.
- 2- انتظار ظهور لون الإشارة الأخضر.
- 3- النظر إلى جهة قدوم السيارات للتأكد من وقوف السيارات ثم التحرك لقطع النصف الأول من الشارع.
- 4 – التوقف في منتصف الشارع لمراقبة إشارة النصف الثاني إن وجدت.
- 5 – قطع النصف الثاني من الشارع ناظرين إلى جهة قدوم السيارات.
- 6- النهاية.

تؤدي هذه الخطوات مجتمعة ومرتببة إلى عبور الشارع بأمان.

لاحظ أنه لا يمكن أن يتم تجاهل خطوة أو إعادة تكرار خطوة أو تبديل خطوه بخطوه أخرى.

يحمل مصطلح الخوارزمية في المعلوماتية محتوى أشمل وأكثر تحديداً.

تعريف 2: فهو مجموعة متتالية من العمليات المعرفة والمعدودة اللازمة لإنجاز عمل، أو لحل مسألة والحصول على نتيجة صحيحة.

وتعالج الخوارزمية معطيات مُدخلة في معظم الحالات، وعندها يجب أن تضم الخوارزمية عمليات تَحَقُّق صحة هذه المعطيات. وتجدر الإشارة من جديد إلى أن المعطيات المعالجة لا تقتصر على الأعداد والأرقام، بل تشمل الرموز والنصوص والرسوم والصور والأصوات كمدخلات ومخرجات. فيمكننا أن نتحدث عن خوارزمية ترتيب مجموعة أسماء ترتيباً أبجدياً، أو خوارزمية تَعْرِفِ جملته منطوقة، أو خوارزمية تُعْرِفِ شكل مرسوم وتحديد معالمه.

كانت وما زالت عملية البحث عن الخوارزميات اللازمة لحل المسائل من القضايا الهامة في البحث العملي والتطوير التقاني. فقد وضع الإنسان منذ العصور القديمة خوارزميات لرسم الأشكال الهندسية وحساب مساحاتها وأحجامها. ومن أشهر الخوارزميات القديمة تلك التي طبقها المصريون القدماء لرسم مثلث قائم الزاوية، والتي حولها فيثاغورس فيما بعد إلى نظريته الشهيرة في الهندسة. كما تعد خوارزمية إقليدس لحساب القاسم المشترك الأعظم لعددتين طبيعيتين، والتي وضعها في القرن الثالث قبل الميلاد خوارزمية متميزة تعطي أسلوباً سريعاً لحل هذه المسألة.

ويتزايد الاهتمام بالخوارزميات بشدة مع ظهور الحواسيب لضرورة استخدامها في حل المسائل في جميع المجالات العلمية والتقنية والاجتماعية والاقتصادية والصناعية والتجارية بواسطة الحاسوب. فلا بد من وضع الخوارزمية اللازمة لحل مسألة معينة قبل وضع البرنامج الذي يعتمد على هذه الخوارزمية لحل المشكلة. ولا تكون الخوارزميات حسابية بالضرورة، بل على العكس ربما كانت أكثر الخوارزميات استخداماً تلك التي تقوم بمعالجة النصوص، وتخزين المعلومات واستعادتها، وإدارة قواعد البيانات، والمساعدة في اتخاذ القرار في جميع مناحي الحياة. فالخوارزمية التي تقوم بالتدقيق الإملائي لنص ما هي مثال على الخوارزميات غير الحسابية.

وتوجد عدة خوارزميات لحل المسألة الواحدة ولكن أفضل هذه الخوارزميات هي التي تصل إلى النتيجة بأقل جهد وزمن ممكنين "أي سهولة الفهم وسريعة التنفيذ".
من ناحية أخرى، لا يمكن للحاسوب أن ينفذ خوارزمية قبل أن تكتب في صيغة برنامج بإحدى لغات البرمجة. وتتوفر لغات برمجة عديدة للقيام بذلك تناسب فروع المعرفة كافة.

13.2 أنواع الخوارزميات:

مفهوم الخوارزمية من أوسع وأهم المفاهيم في المعلوماتية. ولكن تعريف الخوارزمية تعريفاً دقيقاً يتضمن بعض التعقيد، لذا سنعمد إلى تعريفها تعريفاً أولياً مبسطاً.
تعريف 3- فالخوارزمية هي توصيف دقيق وكامل على شكل خطوات متسلسلة معدودة ومعرفة تُحدّد طريقة إنجاز عمل ما، أو حل مسألة ما.
و يمكن تقسيم الخوارزميات بشكلٍ عامٍ إلى حسابية وغير حسابية.

13.2.1 الخوارزميات غير الحسابية:

ربما كانت الخوارزميات غير الحسابية هي أكثر الخوارزميات استخداماً، ونذكر منها تلك التي تقوم بمعالجة النصوص، وتخزين المعلومات واستعادتها، وإدارة قواعد البيانات، والمساعدة في اتخاذ القرار في جميع نواحي الحياة. فالخوارزمية التي تقوم بالتدقيق الإملائي لنص ما، هي مثال على الخوارزميات غير الحسابية.

13.2.2 الخوارزميات الحسابية

أطلق اسم الخوارزميات الحسابية على تلك التي تتعامل مع المقادير الرياضية. وقد شاع لدى الرياضيين تقديم الأمثلة على هذه الخوارزميات حتى ارتبط مفهوم الخوارزمية عند الكثيرين بهذا النوع. وسنقدم فيما يلي من خلال دراستنا لطرق تمثيل الخوارزميات أمثلةً على النوعين الحساب وغير الحسابي لهذه الخوارزميات.

13.3 استخدام اللغة الطبيعية في صياغة الخوارزمية

13.3.1 اكتب خوارزمية لحساب مساحة مثلث

لنفترض أننا نريد حساب مساحة مثلث عُلمَ منه طول القاعدة والارتفاع. ونعلم أن مساحة المثلث هي جداء القاعدة في الارتفاع مقسوماً على اثنين.

بالتالي يمكن صياغة الخوارزمية باللغة الطبيعية (الخطوات) كما يلي:

1- قراءة (إدخال) قيم القاعدة (ق) والارتفاع (ع).

2- حساب المساحة بالعلاقة $ح = (ق \times ع) / 2$.

3- إظهار (طباعة) قيمة المساحة ح

4- إنهاء (توقف).

ملاحظة: ماذا لو أدخلت قيم القاعدة أو الارتفاع سالبة؟

في هذه الحالة لا بد من إضافة شرط قبل خطوة حساب المساحة وهو:

إذا كان ق أو ع مساوياً للصفر أو أصغر منه عندئذ يجب إظهار العبارة " أبعاد المثلث خاطئة".

ثم الانتقال إلى الخطوة - إنهاء -

13.3.2 اكتب خوارزمية لقسمة العدد س على العدد ع

تبدو المسألة للوهلة الأولى سهلة جداً ويخطر في البال أن تكون كما يلي:

1- إدخال قيمة س وقيمة ع.

2 - حساب $ص = س / ع$.

3 - إظهار قيمة ص.

4 - إنهاء.

يمكن لهذه الخوارزمية أن تعمل طالما لم ندخل القيمة صفر للمتغير ع (المقسوم عليه).

للتخلص من هذه المشكلة لا بد من تحويل الخوارزمية إلى الشكل:

1 - إدخال قيمة س وقيمة ع.

2- إذا كانت قيمة $ع = 0$ عندئذ إظهار العبارة "لا يمكن حل المسألة" ثم الانتقال إلى الخطوة (5).

3 - حساب المقدار $ص = س / ع$.

4 - إظهار قيمة ص.

5 - إنهاء.

وبهذه الصيغة تصبح الخوارزمية صحيحة مهما تكن قيم س و ع.

مثال:

خوارزمية إقليدس لحساب القاسم المشترك الأعظم لعددين صحيحين موجبين.
إن من أهم مميزات خوارزمية إقليدس أنها لا تحتاج إلى أي عمليات قسمة أو ضرب.

خطوات خوارزميات إقليدس:

1- نطرح العدد الأصغر من العدد الأكبر.

2- نضع الناتج مكان العدد الأكبر.

3- نكرر ذلك حتى يتساوى العددين .

تطبيق:

أوجد القاسم المشترك الأعظم للعددين 45 و 75 .

A	B
75	45
30	45
30	15
15	15

كتابة خوارزمية إقليدس باللغة الطبيعية:

- أدخل العددين A و B .
- نُسند القاسم المشترك الأعظم لـ G .
- طالما A لا يساوي B . كرر ما يلي:
- إذا كان $A > B$ نفذ
- $A = A - B$
- وإلا نفذ
- $B = B - A$
- اكتب $G = B$

13.3.3 اكتب خوارزمية تحدد وتسجل عدد المرات التي ورد فيها الحرف " ل " في بيت الشعر التالي:

قرأتُ مجدك في قلبي وفي الكتبِ شاماً ما المجدُ أنتَ المجدُ لم يغبِ

لنفترض أن عدد المرات التي ورد فيها الحرف " ل " منذ بداية البيت وحتى حرف ما منه، يمثل بالمقدار (ع)، فتكون قيمة (ع) قبل الشروع في العد صفراً . ويمكن صياغة الخوارزمية التي تقوم بالعمل المطلوب وباللغة الطبيعية وفق الخطوات التالية:

- 1- اجعل قيمة المقدار (ع) صفراً.
- 2- ابتدئ بالحرف الأول من بيت الشعر.
- 3- مادام الحرف الذي وصلت إليه ليس الأخير فقم بما يلي:
 - إذا كان الحرف الذي وصلت إليه " ل " فأضف إلى المقدار (ع) واحداً.
 - انتقل إلى الحرف التالي.
- 4- إذا كان الحرف الذي وصلت إليه " ل " فأضف إلى المقدار (ع) واحداً.
- 5- اكتب قيمة (ع).
- 6- توقف

توضح الأمثلة السابقة كيفية التعبير عن خطوات الخوارزمية باللغة الطبيعية وتُظهر سهولة هذه الطريقة وإمكان استخدامها تلقائياً من قبل الجميع، ولهذا السبب تُتَّبَع على نطاق واسع، في سياق الحياة اليومية، لصياغة بعض أنواع الخوارزميات الموجهة للجمهور: كتعليمات تشغيل الأجهزة واستخدامها أو وصفات تحضير أطباق الطعام وغيرها. ولكن هذه الطريقة تفتقر إلى دقة التعبير عن المفاهيم.