المحاضرة السابعة

مبادئ الخوارزميات

Principles of algorithms

- مقدمة في الخوارزميات Introduction to algorithms
- الخوارزميات غير الحسابية non Computational algorithms
- الخوارزميات الحسابية Computational algorithms
- طرق كتابة الخوارزمية.Ways of writing the algorithm
  - استخدام اللغة الطبيعية في صياغة الخوارزمية.

  Using high level language in the formulation of algorithm
  - استخدام الطريقة الرمزية. Using symbol method
  - استخدام الطريقة البيانية. Using graphical method
  - المخطط التدفقي (الانسيابي). A flowchart
  - استخدام مزيج من اللغة الرمزية والمخططات التدفقية.

  Using combinationofsymboliclanguageandflowchart
- كلفة الخوارزمية الحسابية. Cost of algorithm

المحاضرة من المراجع :

- جامعة الملك فيصل بالأحساء ، الدكتور عبدالله بن العزيز الموسى،"مقدمة في الحاسب والانترنت"،منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلوم والثقافة ، الطبعة السادسة، 2010
- د.علي سليمان, مدخل إلى الحاسوب والخوارزميات, جامعة تشرين 2009-2010

مبادئ الخوارزميات

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 على 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 يعد بحق من أعظم العلماء العرب الذين تركوا بصمات جلية في التراث الحضاري العالمي. فالخوارزمي هو محمد بن موسى الخوارزمي، عاش في بغداد من سنة 780 إلى 847م، في عصر الخليفة المأمون وتوفي فيها. برز الخوارزمي في علوم الرياضيات والفلك وترك أثراً واضحاً فيها. فهو أول من وضع مبادئ علم الجبر، واصطَلَح على تسميته بهذا الاسم حين ألف كتاباً سماه "الجبر والمقابلة"، وعنه أُخذت 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 نقل إلى اللاتينية تحت عنوان:

"Algoritmi de Nemero Indriun"

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

ويُفْهَم اليومَ من الخوارزمية: أنها مجموعة الخطوات المتسلسلة والمُحَدَّدَة التي تؤدي إلى حل قضية معينة والوصول إلى نتائجها. عندما نتحدث عن خوارزمية طرح سؤال ضمن المحاضرة، نقصد بذلك الخطوات الواجب اتباعها للاستفسار عن قضية معينة ضمن المحاضرة حيث يتم إتباع الخطوات المتسلسلة التالية:

1- البداية.

2- الانتظار حتى يصل المحاضر إلى نهاية مقطع كلامي.

3- رفع اليد حتى يؤذن بالكلام.

4- خفض اليد والمباشرة في طرح السؤال.

5- الاستماع للإجابة حتى النهاية وإذا كانت لا تغطي السؤال يتم إعادة الخطوات من 2 حتى 5. وندخل ضمن حلقة مفرغة لابد من كسرها إذا استمرت الحلقة في التكرار الفارغ كأن يستدعي المحاضر الطالب في وقت لاحق للطالب لشرح الفكرة.

6- النهاية.

تؤدي هذه الخطوات مجتمعة ومرتبة إلى طريقة سليمة للسؤال. لاحظ أنه لايمكن أن يتم تجاهل خطوه أو إعادة تكرار خطوة أو تبديل خطوه بخطوه أخرى.

يحمل مصطلح الخوارزمية في المعلوماتية محتوى أشمل وأكثر تحديداً. فهو مجموعة متتالية من العمليات المعرفة والمعدودة اللازمة لإنجاز عمل أو حل مسألة ما والحصول على نتيجة صحيحة. وتعالج الخوارزمية معطيات مُدْخَلة في معظم الحالات، وعندها يجب أن تضم الخوارزمية عمليات تَحَقُّقٍ صحةِ هذه المعطيات. وتجدر الإشارة من جديد إلى أن المعطيات المعالجة لا تقتصر على الأعداد والأرقام بل تشمل الرموز والنصوص والرسوم والصور والأصوات كمُدْخَلات ومُخْرَجات. فيمكننا أن نتحدث عن خوارزمية ترتيب مجموعةِ أسماءٍ ترتيباً أبجدياً، أو خوارزمية تَعَرُّفِ جملة منطوقة، أو خوارزمية تَعَرُّفِ شكل مرسوم وتحديد معالمه.

- كانت ومازالت 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 لعددين طبيعيين، 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. وتوجد عدة خوارزميات لحل المسألة الواحدة ولكن أفضل هذه الخوارزميات هي التي تصل إلى النتيجة بأقل جهد وزمن ممكنين "أي سهلة الفهم وسريعة التنفيذ".

1- 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. فالخوارزمية هي توصيف دقيق وكامل على شكل خطوات متسلسلة معدودة ومعرفة تحدد طريقة إنجاز عمل ما، أوحل مسألة ما.

ويمكن تقسيم الخوارزميات بشكلٍ عامٍ إلى حسابية وغير حسابية.

- **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.

- **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. سنقدم فيما يلي من خلال دراستنا لطرق تمثيل الخوارزميات أمثلةً على النوعين الحساب وغير الحسابي لهذه الخوارزميات.

خوارزمية السؤال ضمن المحاضرة المذكورة سابقاً بطبيعتها خوارزمية غير حسابية. ومن المناسب الآن أن نعطي مثالاً على الخوارزميات الحسابية التي تتعامل مع المقادير الرياضية:

لنفترض أن x عدد ما، ونريد حساب المقدار:

$$y = \frac{2x+3}{3x-4}$$

من الواضح أن الحل بسيط جداً، يستطيع إنجازه أي شخص لديه إلمام بسيط بالعمليات الحسابية ولا يحتاج إلا إلى معرفة قيمة x . فهل يمكن اعتبار التعبير الرياضي بحد ذاته خوارزمية لحساب المقدار y؟ الجواب: طبعاً لا، فمع أن التعبير واضح ويبين العمليات اللازمة لحساب المقدار y، إلاّ أنه لا يعطي تسلسل هذه العمليات. فيمكن أن نبدأ بحساب البسط ثم المقام ومن ثم نقسم البسط على المقام للوصول إلى الجواب، كما يمكن إجراء العكس. فلكي يصبح تعبير رياضي خوارزمية لا بد أن يقترن بتسلسل تنفيذ عملياته، أي لا بد من إضافة بعض الشروط والقواعد مثل: البدء دوماً وفق أفضليات تُحدَّد بحسب نوعية المسألة المطروحة، وجعل هذه الأفضليات

قواعد للتنفيذ تمكننا من الوصول إلى خوارزمية صالحة للتنفيذ. ويبين الخطوات التالية كيفية صياغة الخوارزمية المحققة للعلاقة من أجل قيمة وحيدة لـ x.

1- البداية.

2- الحصول على قيمة x.

3- حساب قيمة البسط: $A = 2x + 3$

4- حساب قيمة المقام: $B = 3x - 4$

5- حساب قيمة المقدار $Y = A / B$

6- النهاية.

استخدام الخوارزمية في الحسابات اليدوية

يمكن استخدام الخوارزمية المذكورة لإنشاء جدول يحوي قيم المقدار y لمجموعة من قيم x يدوياً، فمثلاً إذا أردنا حساب قيم المقدار y لقيم المتحول x من القيمة 3 حتى 8 ، يمكن تنظيم الجدول التالي:

X	A = 2 x + 3	B = 3 x- 4	y = A / B
3	9	5	1.8
4	11	8	1.375
5	13	11	1.181
6	15	14	1.0714
7	17	17	1
8	19	20	0.95

يُملأ الجدول عمودياً، فتكتب أولاً قيم x، ثم تحسب أول قيمتين للبسط، ومنها يمكن استنتاج متتالية قيم البسط. إذ يمكن ببساطة تحديد الفرق بين أول قيمتين واعتبار ذلك قاعدة لبقية القيم، ثم يجري التعامل مع العمود الثالث بأسلوبٍ مشابه تماماً، وأخيراً يتم حساب قيم المقدار y بمساعدة آلة حاسبة أو يدويا. وإن استخدام الخوارزمية لإنجاز الجدول يعطي سهولة ويقي من الوقوع في الخطأ، وهي إحدى ميزات الحساب الخوارزمي.

قواعد تنفيذ العمليات الحسابية

تتعلق طريقة حساب عبارة رياضية بكيفية كتابتها. وهناك اتفاق عام على قواعد محددة لحساب أي تعبير، فترتب عمليات الحساب وفق أولويات يحددها نوع العمليات من ناحية والأقواس المستخدمة من ناحية أخرى. فتعطى

الأولوية الأولى لتنفيذ عملية فك الأقواس إن وجدت، وإن تعددت الأقواس يجري فكها وفق تسلسل ورودها إذا كانت منفصلة، ثم عملية الرفع إلى قوة تليها عمليتا الضرب والتقسيم ثم أخيراً عمليتا الجمع والطرح.

– طرق كتابة الخوارزمية

يمكن صياغة الخوارزمية بطرق عديدة تتفاوت فيما بينها من حيث دقة التعبير وسهولة الفهم. وأهم الطرق المستخدمة لكتابة الخوارزميات هي:

صياغتها باللغة الطبيعية، أي اللغة المتداولة كاللغة العربية أو اللغة الإنكليزية وهي الطريقة التلقائية لصياغة الخوارزميات، والتي نستخدمها يومياً تقريباً.

صياغتها بطريقة بيانِيَّة بواسطة المخطط التدفقي.

صياغتها باستخدام لغة رمزية خاصة.

وقد جرت العادة على استخدام مزيج من أكثر من طريقة لكتابة الخوارزمية أثناء مرحلة إنشائها الأولى، مثل استخدام المخططات التدفقية والتعبير عن الخطوات باللغة الطبيعية أو الرمزية ضمن الأشكال والرموز الاصطلاحية الخاصة بهذه المخططات كما سنرى لاحقاً.

1- استخدام اللغة الطبيعية في صياغة الخوارزمية

يجري تنفيذ تعليمات الخوارزمية بالتسلسل وفق ورودها في نص الخوارزمية على شكل خطوات متسلسلة معدودة ومعرفة تحدد سياق هذا التنفيذ، والطريقة التلقائية لصياغة الخوارزميات، التي نستخدمها يومياً تقريباً، هي صياغتها باللغة الطبيعية، أي اللغة المتداولة كاللغة العربية أو اللغة الإنكليزية. وتظهر سهولة هذه الطريقة وإمكان استخدامها تلقائياً من قبل الجميع، ولهذا السبب تتبع على نطاق واسع في سياق الحياة اليومية لصياغة بعض أنواع الخوارزميات الموجهة للجمهور كتعليمات تشغيل الأجهزة واستخدامها أو وصفات تحضير أطباق الطعام وغيرها.

وكمثال على اعتماد اللغة الطبيعية في صياغة الخوارزمية.

نورد خوارزمية الاستيقاظ التي تحدد الخطوات المتبعة منذ الاستيقاظ وحتى الذهاب للعمل:

- ✓ البداية
- ✓ النهوض من السرير.
- ✓ خلع لباس النوم.
- ✓ اخذ حمام صباحي.
- ✓ تنشيف الجسم من الماء.
- ✓ ارتداء ملابس أخرى.
- ✓ تناول الفطور.
- ✓ الذهاب للعمل.
- ✓ النهاية.

والآن حاول أن تتجاهل خطوة من الخطوات السابقة لتكن 3 نجد انه يستحم مع ارتداء الملابس أو الخطوة 6 عنها نذهب للعمل بدون ملابس ولو تم تبديل الترتيب ما بين 5 و6 لتم تنشيف الجسم بعد ارتداء الملابس وهكذا نجد أن الترتيب ضروري جداً وعدم تجاهل أية خطوه ضروري كذلك.

2- استخدام الطريقة الرمزية:

تعتمد الطريقة الرمزية على قواعد محددة يمكن أن تكون مستنتجة من المفاهيم الرياضية وسنهتم فيما يلي بطريقتين أساسيتين تعتبران من أهم طرق تمثيل الخوارزميات الرمزي وهما:

1–لغات البرمجة المختلفة ومنها لغة ++C.

2–الترميز الرياضي للمفاهيم ضمن الخوارزمية أثناء تمثيلها بالطرق المختلفة مثل الطريقة البيانية كما ستبين الفقرة التالية.

3- استخدام الطريقة البيانية

تعتمد الطريقة البيانية لصياغة الخوارزميات على توضيح خطوات تنفيذ الخوارزمية باستخدام أشكال هندسية خاصة وأسهم تصل بينها، إضافة إلى عبارات باللغة الطبيعية و/أو بتعابير رياضية أو منطقية.

وتعتبر المخططات التدفقية (الانسيابية) الأكثر انتشاراً واستخداماً في توصيف الخوارزميات، لذلك فإننا سنركز دراستنا عليها.

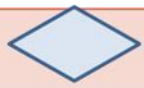
المخطط التدفقي (الانسيابي)

تبين المخططات التدفقية طريقة جريان وترابط خطوات تنفيذ الخوارزمية من خلال الربط بين رموز اصطلاحية تمثل تتالي عمليات تشير إلى البداية والنهاية والإدخال والمعالجة والإخراج للمعطيات والنتائج. ويمكننا من خلال هذه المخططات تحديد العلاقة المنطقية بين كافة خطوات الحل ومواقعها ووظيفها.

ويبين الجدول التالي أهم هذه الرموز الاصطلاحية حيث يمثل كل شكل إحدى الفعاليات الواجب إنجازها:

أشكال المخططات التدفقية:

كتب المصممون في بداياتهم الخوارزميات بشكل اعتباطي مما صعّب مهمة تحليل وتعديل هذه الخوارزميات حتى على الذين كتبوها أنفسهم. وقد قام علماء الحواسيب بتطوير بنىً منطقية تحكمية تسهل دراسة وبناء وتعديل هذه الخوارزميات. ونلخص فيما يلي هذه البنى المنطقية في ثلاثة أشكال أساسية سنعرضها من خلال أشكال مخططاتها التدفقية التي تختلف باختلاف التطبيق الذي تمثله.

١ – للبداية والنهاية start / stop	
٢ – للإدخال والإخراج input / output	
٣ – للعمليات الحاسوبية computer process	
٤ – الشرط والتقرير (الاختيار) decision	
٥ – لاستدعاء البرنامج الفرعي call subroutine	
٦ – لاتجاه سير البرنامج flow line	
٧ – لنقاط التوصيل والربط connector	
٨ – مستند document	

الرموز الاصطلاحية للخوارزميات

1-المخطط التدفقي التتابعي:

يستخدم في المسائل التي يقتضي حلّها تتالٍ محددٍ للخطوات التي تؤدي إلى النتيجة دون الحاجة إلى تغيير سياق التنفيذ، تنفذ هذه الخطوات المعدودة والمعلومة خطوة حتى الوصول إلى النهاية، دون تجاهل أو تكرار لأية من

الخطوات الموجودة. ويقدم المثال 1 إحدى الخوارزميات التي يمكن توصيفها من خلال المخططات التدفقية التتابعية.

مثال 1: المخطط التدفقي التتابعي:

اكتب باستخدام المخططات التدفقية خوارزمية حساب مساحة ومحيط مستطيل أطوال أضلاعه A و B.

الحل: يوضح الشكل (1) خطوات الخوارزمية التي يمكن استخدامها للحل ممثلةً بالمخطط التدفقي التتابعي والتي يمكن كتابتها باستخدام اللغة الطبيعية كما يلي:

1-البداية.

2-أدخل طول وعرض المستطيل.

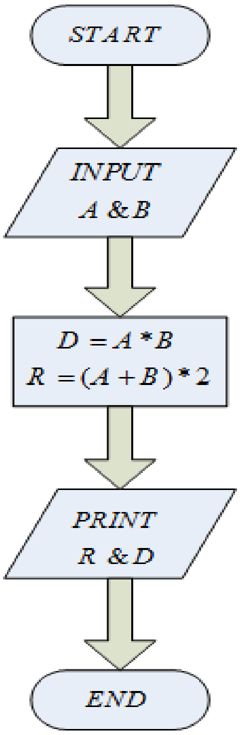
3-احسب:

المساحة = الطول × العرض

المحيط = (الطول + العرض) × 2

4-اطبع (أخرج) قيمة المساحة والمحيط.

5-توقف (النهاية).



خوارزمية حساب مساحة ومحيط مستطيل
ممثلةً بالمخطط التدفقي التتابعي

2- المخطط التدفقي التفرعي:

يستخدم في المسائل التي تخضع لشروط تحدد التتالي المناسب للخطوات المطلوب تنفيذها، حيث يفرض تحقق الشرط أو عدمها لاختيار بين طريقين أو عدة طرق. ويقدم المثال 2 إحدى الخوارزميات التي يمكن توصيفها من خلال المخططات التدفقية التفرعية.

مثال 2: المخطط التدفقي التفرعي:

اكتب خوارزمية التعبير الرياضي من أجل قيمة للمتحول x مع الأخذ بعين الاعتبار قيمة المقام المعدومة.

الحل: يوضح الشكل (2) خطوات الخوارزمية التي يمكن استخدامها للحل ممثلةً بالمخطط التدفقي التفرعي والتي يمكن كتابتها باستخدام اللغة الطبيعية كما يلي:

1- ابدأ.

2 – أدخل x

3- احسب قيمة A=2*X+3

4- احسب قيمة B=2*X-4

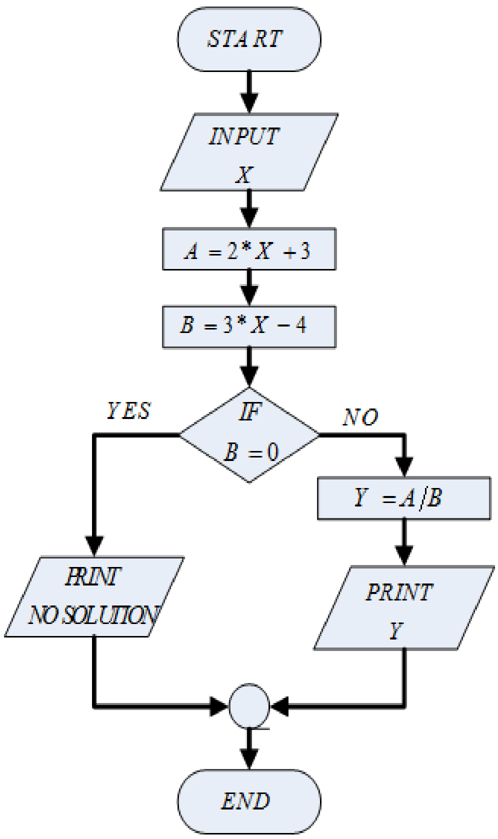
5-هل قيمة B= 0?

- **نعم اذهب إلى 7**
- **لا احسب Y = A/B**

6 – اطبع قيمة Y اذهب إلى 8

7- اطبع لا يوجد حل ثم انتقل إلى الخطوة 8.

8- توقف



المخطط التدفقي التفرعي

3 - المخطط التدفقي الحلقي:

يستخدم في المسائل التي يتضمن حلها تكرار مرحلة واحدة (المخطط الحلقي البسيط) أو عدة مراحل (المخطط الحلقي المركب) أكثر من مرة، حيث يُحدَّد الشرط الذي يقرر عدد المرات التي يتوجب تكرارها من خلال صناديق الاختيار المرتبطة بمزايدة أو مناقصة متحول يسعى إلى تحقيق الشرط المحدد في صندوق الاختيار. ويقدم المثال 3 إحدى الخوارزميات التي يمكن توصيفها من خلال المخططات التدفقية الحلقية.

مثال 3: ليكن لدينا عشرة طلاب ونرغب بإدخال علامات ثلاثة مقررات لكل طالب

وحساب معدل المقررات الثلاث، وطباعة العلامات مع المعدل.

الحل: يوضح الشكل خطوات الخوارزمية التي يمكن استخدامها للحل ممثلةً بالمخطط

1- ابدأ

2- ادخل A,B,C

3- احسب :

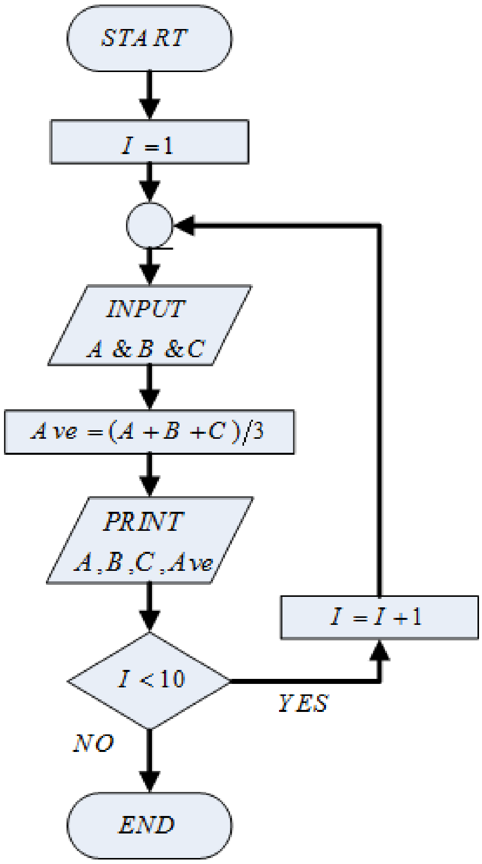
Ave = (A+B+C) /3

4 - اطبع:

Ave , A ,B ,C

5 – كرر 2+3+4 عشرة مرات

6- توقف



يبين المخطط التدفقي الدوراني بسيط

ويقدم المثال 4 توضيحاً للمخطط التدفقي الدوراني المركب استناداً إلى المثال 3

مثال 4 –إذا كان لدينا خمس مجموعات من تلك المذكورة في المثال 3، والمطلوب:

إدخال علامات المقررات الثلاث لكل طالب وحساب المعدل وطباعة العلامات مع المعدل للمجموعات الخمس.

الحل: نقوم بتعديل الخوارزمية السابقة المبينة في الشكل (3) بإضافة مرحلة استفسار جديدة قبل الخطوة الأخيرة لتصبح:

1-ابدأ

2- ادخل A,B,C

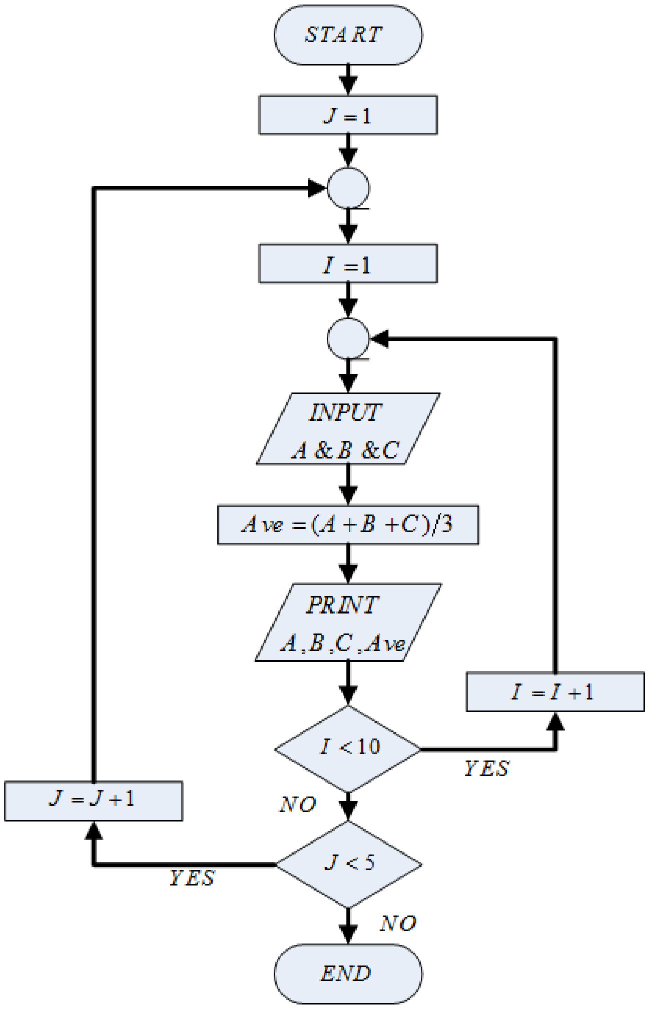
3- احسب Ave = (A+B+C) /3

4 - اطبع Ave, A, B, C

5 - كرر 2+3+4 عشرة مرات

6 - كرر الخطوات 2+3+4+5 خمس مرات

7- توقف.



المخطط التدفقي الدوراني المركب

وهكذا نستطيع الوصول إلى خلاصة مفادها: أن تمثيل الخوارزمية بطريقة المخطط التدفقي تعطي صورة متكاملة للخطوات المطلوبة للوصول إلى النتيجة، وتسهل تحديد مكان ونوع الخطأ إن وجد وطريقة معالجته كما وتفيد أيضاً في متابعة حالات المسائل المعقدة ذات التفرعات والتكرارات.

وأن صياغة الخوارزمية بطريقة المخطط التدفقي أكثر دقة ووضوحاً من صياغتها باللغة الطبيعية وخاصة إذا كانت معقدة، لذلك يُلجأ غالباً إليها في المعلوماتية والتنظيم الإداري.

مثال 5- ليكن لدينا قائمة تمثل أسماء وعلامات عدد من الطلاب وكان المطلوب البحث عن العلامة العظمى وتحديد اسم الطالب الذي نالها والقائمة هي:

اسم الطالب	سعيد	احمد	علي	حنا	توفيق	......	......	محمد
العلامة	90	50	54	60	80			66

توجد عدة خوارزميات تحل هذه المشكلة نذكر أبسطها، وهي خوارزمية البحث الخطي التي يمكن إيجاز خطواتها بما يلي:

1- ابدأ

2- احفظ اسم وعلامة الطالب الأول في الذاكرة.

2-خذ علامة الطالب التالي.

4- هل علامة الطالب التالي أصغر من العلامة المحفوظة؟

- نعم: اذهب إلى الخطوة 5.

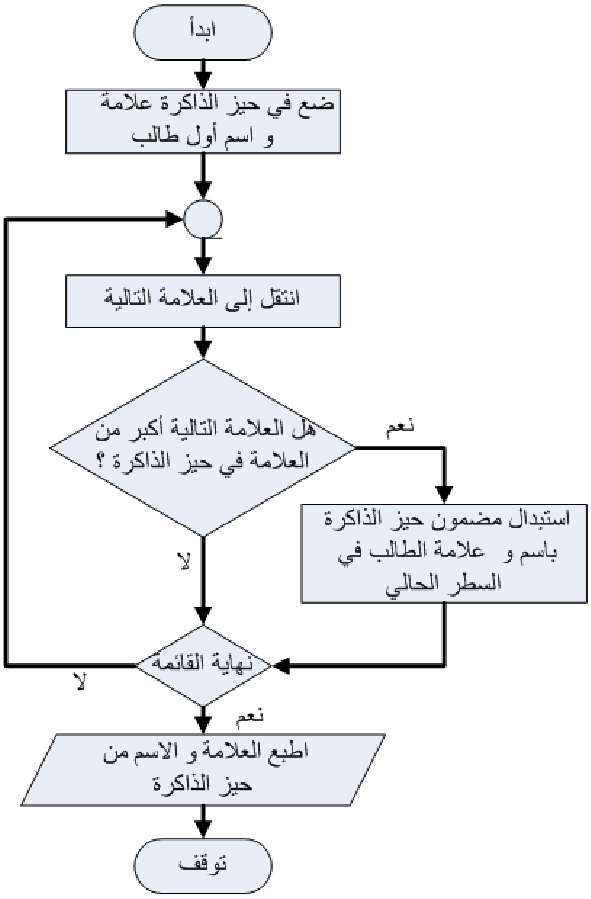
- لا: قم بحفظ اسم وعلامة الطالب التالي، وتابع الخطوة5.

5- هل الطالب هو الأخير؟

- لا:انتقل إلى الخطوة 3

- نعم: اطبع العلامة المحفوظة واسم الطالب.

6- توقف.



المخطط التدفقي للحصول على العلامة القصوى واسم صاحبها

ملاحظات على المثال 5

نفترض في هذا المثال أن طالباً واحداً هو الذي يملك العلامة العظمىَ. فإذا لم يكن الأمر كذلك (يوجد أكثر من طالب حاصل على العلامة العظمى) تكون نتيجة الخوارزمية علامة أول طالب في القائمة من بين الطلبة الذين يملكون العلامة العظمى.

إذا أردنا الحصول على علامة أخر طالب حاصل على العظمى نستبدل الشرط

4-هل علامة الطالب التالي أصغر من العلامة المحفوظة؟، بالشرط:

4-هل علامة الطالب التالي أصغر من أو تساوي العلامة المحفوظة؟

4-1 استخدام مزيج من اللغة الرمزية والمخططات التدفقية:

يمكن صياغة الخوارزمية السابقة باختصار أكبر وفعالية أعلى إذا لجأنا إلى استخدام رموز تمثل المقادير التي نتعامل معها. فلو رمّزنا كالتالي:

-رقم السطر بـ I

-عدد الأسطر الكلي (عدد الطلبة) بـ N

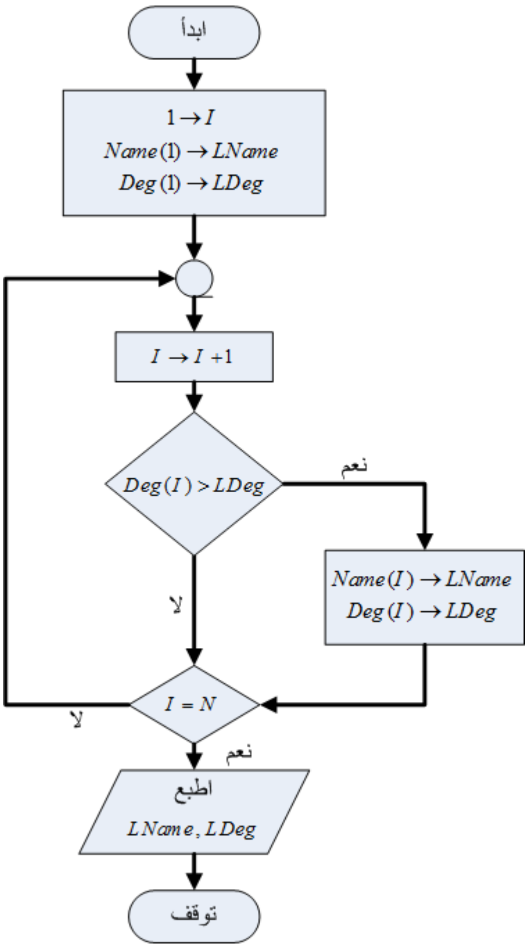
-اسم الطالب في السطر ذي الرقم I بـ NAME(I)

-الدرجة التي حصل عليها بـ Deg (I)

-الحيز المخصص لاسم الحاصل على الدرجة العليا هو LName

-الحيز المخصص للدرجة العليا هو LDeg

عندها يمكنا إعادة صياغة الخوارزمية ذاتها بشكلٍ أبسط وأدق وأقرب إلى اللغة البرمجية التي يمكن أن تستخدم في كتابة البرنامج المحقق لهذه الخوارزمية.وهكذا يمكننا إعادة كتابة المخطط التدفقي في الشكل التالي.



5- كلفة الخوارزمية الحسابية

تعرف كلفة الخوارزمية بالحجم اللازم حجزه لدى ذاكرة الحاسب عند التنفيذ وكذلك الزمن اللازم لتنفيذها والزمن يقسم إلى جزأين جزء متعلق بخطوات الخوارزمية وآخر متعلق بسرعة الحاسب.

إضافات مدرس المقرر