

# التكليف الأول في هيكل البيانات: الإجابة النظرية

## مقارنة بين القائمة المتصلة المفردة، المزدوجة، والدائيرية

تُعد القوائم المتصلة (Linked Lists) من هيكلات البيانات الأساسية التي توفر طريقة ديناميكية لتخزين البيانات، وتختلف أنواعها الرئيسية (المفردة، المزدوجة، والدائيرية) في طريقة ربط العقد ببعضها البعض، مما يؤثر على كفاءة العمليات والاستخدامات المناسبة لكل نوع.

### 1. القائمة المتصلة المفردة (Singly Linked List - SLL)

ت تكون كل عقدة في القائمة المتصلة المفردة من حقلين: حقل للبيانات وحقل مؤشر (Next) يشير إلى العقدة التالية في التسلسل. تشير العقدة الأخيرة إلى قيمة فارغة (NULL).

الجانب	الوصف
المزايا (Pros)	بساطة التنفيذ: هي الأبسط بين الأنواع الثلاثة. كفاءة الذاكرة: تتطلب أقل قدر من الذاكرة لكل عقدة (مؤشر واحد فقط). إدراج/حذف سريع: عمليات الإدراج والحذف في البداية سريعة ( $O(1)$ ).
العيوب (Cons)	اجتياز أحادي الاتجاه: لا يمكن اجتيازها إلا في اتجاه واحد (من الرأس إلى الذيل). صعوبة الحذف: حذف عقدة معينة يتطلب مؤشراً إلى العقدة السابقة لها، مما يجعل العملية غير فعالة ( $O(n)$ ) في أسوأ الحالات.
الاستخدامات (Uses)	تنفيذ المكدسات (Stacks) والصفوف (Queues). تمثيل كثيرات الحدود. تخصيص الذاكرة الديناميكي.

### 2. القائمة المتصلة المزدوجة (Doubly Linked List - DLL)

ت تكون كل عقدة من ثلاثة حقول: حقل للبيانات، ومؤشر (Next) يشير إلى العقدة التالية، ومؤشر (Previous) يشير إلى العقدة السابقة. هذا يسمح بالاجتياز في كلا الاتجاهين.

الجانب	الوصف
المزايا (Pros)	اجتياز ثنائي الاتجاه: يمكن اجتيازها للأمام وللخلف بسهولة. حذف فعال: يمكن حذف عقدة معينة بكفاءة ( $O(1)$ ) إذا كان لدينا مؤشر إليها، حيث يمكن الوصول إلى العقدة السابقة مباشرة. تنفيذ أسهل لبعض العمليات: مثل الإدراج قبل عقدة معينة.
العيوب (Cons)	استهلاك أكبر للذاكرة: تتطلب ذاكرة أكبر لكل عقدة (مؤشرين بدلاً من واحد). تعقيد التنفيذ: تتطلب صيانة

الاستخدامات (Uses)	مؤشرین في كل عملية إدراج أو حذف، مما يزيد من تعقيد الكود.
	تنفيذ ذاكرة التخزين المؤقت (LRU Cache). وظائف التراجع والإعادة (Undo/Redo) في برامج التحرير. تنفيذ جداول التجزئة (Hash Tables) التي تستخدم السلاسل. أنظمة التنقل (مثل سجل المتصفح).

### 3. القائمة المتصلة الدائرية (Circular Linked List - CLL)

هي نوع من القوائم المتصلة (قد تكون مفردة أو مزدوجة) حيث لا تشير العقدة الأخيرة إلى NULL، بل تشير إلى العقدة الأولى (الرأس). هذا يخلق حلقة مغلقة.

الجانب	الوصف
المزايا (Pros)	اجتياز مستمر: يمكن البدء من أي عقدة والوصول إلى جميع العقد الأخرى. تنفيذ الصنوف (Queues) بكفاءة: يمكن استخدام مؤشر واحد فقط للإشارة إلى العقدة الأخيرة، مما يجعل عمليات الإدراج والحذف سريعة (O(1)). لا توجد عقدة فارغة (NULL): لا حاجة للتحقق من نهاية القائمة أثناء الاجتياز.
العيوب (Cons)	احتمالية الحلقات الالهائية: يجب التعامل مع شرط التوقف بعناية لتجنب الاجتياز الالهائي. تعقيد العمليات: عمليات الإدراج والحذف أكثر تعقيداً قليلاً من القائمة المفردة العادية.
الاستخدامات (Uses)	جدولة وحدة المعالجة المركزية (CPU Scheduling) باستخدام خوارزمية Round Robin. إدارة المخازن المؤقتة (Buffers) في التطبيقات. تنفيذ الألعاب التي تتطلب تكراراً دوريًا للاعبين.

## ملخص المقارنة

الميزة	القائمة المفردة (SLL)	القائمة المزدوجة (DLL)	القائمة الدائرية (CLL)
اتجاه الاجتياز	أحادي (للأمام فقط)	ثنائي (للأمام والخلف)	دائري (يمكن البدء من أي مكان)
مؤشرات العقدة	مؤشر واحد (Next)	مؤشران (Next و Previous)	مؤشر واحد (Next) يشير الأخير إلى الأول

استهلاك الذاكرة	الأقل	الأعلى	متوسط (حسب إذا كانت مفردة أو مزدوجة)
كفاءة الحذف	يتطلب العقدة ( $O(n)$ ) السابقة	إذا كان المؤشر ( $O(1)$ ) موجوداً	حسب ( $O(1)$ أو $O(n)$ ) النوع والموقع
نهاية القائمة	NULL	NULL	الرأس (Head)

[المراجع](https://www.geeksforgeeks.org/dsa/types-of-linked-list/) [1]: "GeeksforGeeks. Types : [1] of Linked List. [Online]. Available:" [2]: [https://www.w3schools.com/dsa/dsa\\_data\\_linkeds\\_types.php](https://www.w3schools.com/dsa/dsa_data_linkeds_types.php) "W3Schools. DSA Linked Lists Types. [Online]. Available:" [3]: <https://medium.com/@kariim.baggarii/what-do-you-know-about-linked-lists-singly-doubly-and-circular-5889afb525fe> "Medium. What Do you Know about Linked Lists(Singly, Doubly, and Circular ). [Online]. Available