الفهارس INDEXES:

الفهرس هو حقل أو مجموعة من الحقول التي يمكن استخدامها لتحديد عمليات محددة على السجلات حسب الصلاحيات المخولة عليها، وهي عبارة عن هياكل مرتبطة بالجدول، تشير على السجلات الفعلية بداخل الجدول، ويحتوي الجدول على فهرس واحد أو أكثر من فهرس، ويتم تخزينها من المفاتيح في هيكل (B-Tree) التي تمكن SQL Server من عدم تكرار البيانات، وسرعة البحث واسترجاع البيانات بكفاءة عالية، علماً أن الجدول يتكون من صفحات وكل صفحة تحتوي على 100 سجل (صف)، وحجم الصفحة تقريبا 8KB، والفهارس تزيد من حجم قاعدة البيانات وتبطء في إضاعة سجل جديد للبيئات.

أنواع البيانات التي لا تقبل أن تكون فهرس هي:

Text, ntext,varchar(max), nvarchar(max), varbinary(max),image.

أنواع الفهارس Types of Indexes:

- Clustered Index,
- Non – Clustered Index.

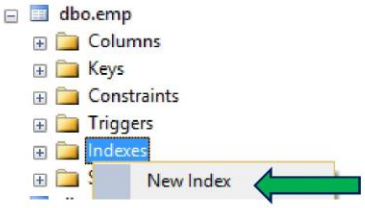
Clustered Index	Non – Clustered Index
لا يمكن انشاء أكثر من فهرس على الجدول.	يمكن انشاء فهارس تصل إلى 249.
صفحات البيانات Data Pages تكون مرتبة.	صفحات البيانات Data Pages تكون غير مرتبة.
صفحات الفهرس Index Pages تكون مرتبة.	صفحات الفهرس Index Pages تكون مرتبة.

إنشاء الفهرس Create Index:

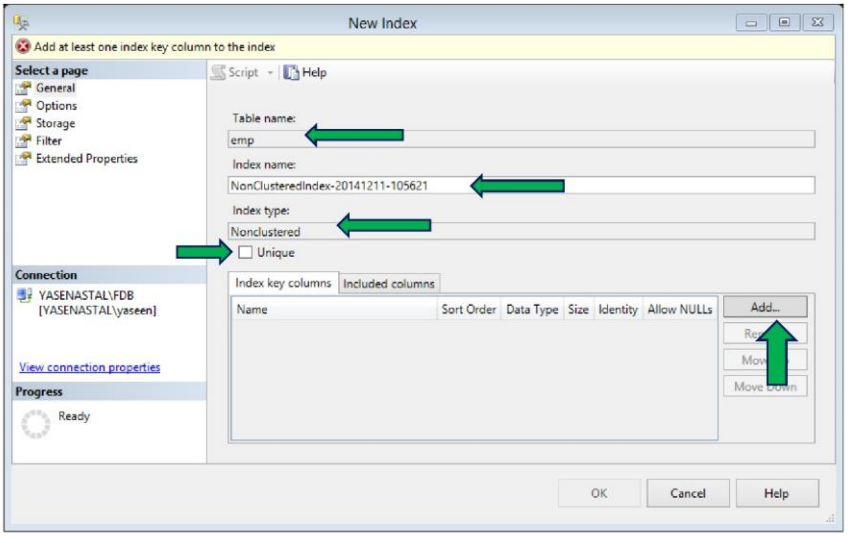
عزيزي الطالب، يتم انشاء الفهارس بثلاثة طرق، هي:

الطريقة الأولى:

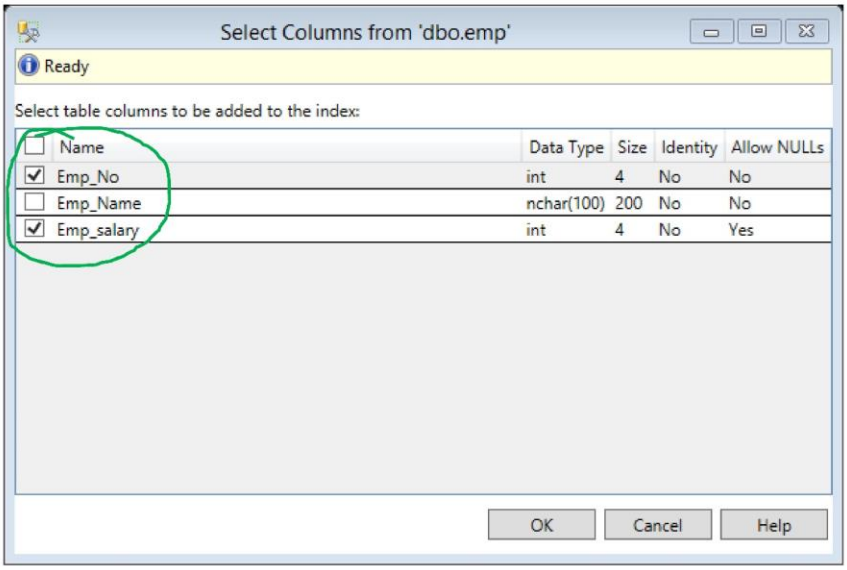
يقوم خادم قواعد البيانات SQL Server بإنشاء فهرس على الجدول اعتمادا على طريقة انشاءه، مثل انشاء مفتاح أساسي (Primary Key) في الجدول فإن SQL Server تلقائيا يعتمد المفتاح الأساسي فهرس، ولإنشاء فهرس أثناء عملية تصميم الجدول في SQL Server ، نقوم بتوسيع الجدول المراد عمل فهرس له، وتم نضغط بالزر الأيمن على Indexes ونختار New Index تم نختار نوع الفهرس كما في الشكل التالي:



بعد ذلك يظهر مربع الحوار كما في الشكل التالي:



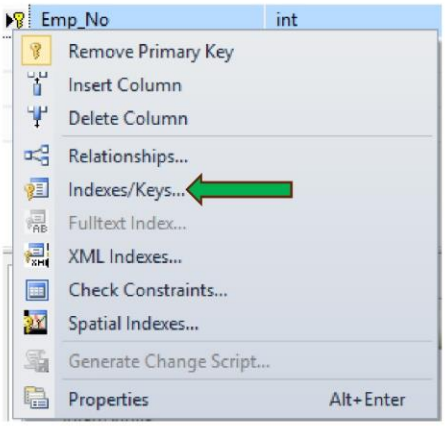
يظهر في الشكل السابق اسم الجدول (Table Name)، واسم الفهرس الافتراضي (Index Name)، ويمكن تغير اسم الفهرس حسب ما يراه المستخدم، ثم نوع الفهرس (Index type) وذلك حسب ما تم اختياره من قبل المستخدم، ويمكن اختيار Unique ليكون فريد من نوعه، ولإضافة فهرس جديد نضغط على زر الإضافة Add فيظهر مربع حوار لتحديد الاعمدة من الجدول بالتأشير أمام العمود كما في الشكل التالي:



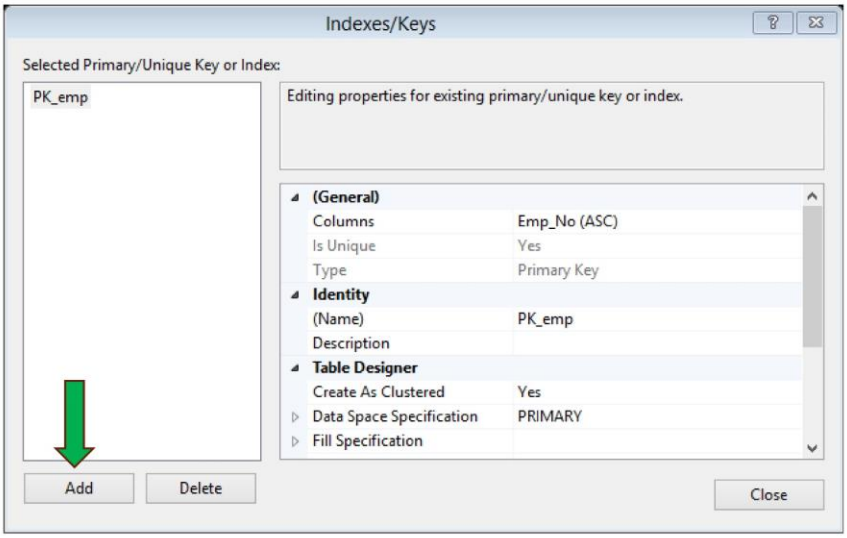
وعند الانتهاء من تحديد فهرس واحد أو فهارس مركبة (أكثر من عمود) نضغط على زر Ok، فتظهر الاعمدة التي تم تحديدها في مربع New Index ، نضغط على زر Ok، فيتم انشاء فهرس في قائمة الفهارس، وللتأكيد نعمل Refresh لقائمة Indexes فنلاحظ الفهارس التي تم انشاءها.

الطريقة الثانية:

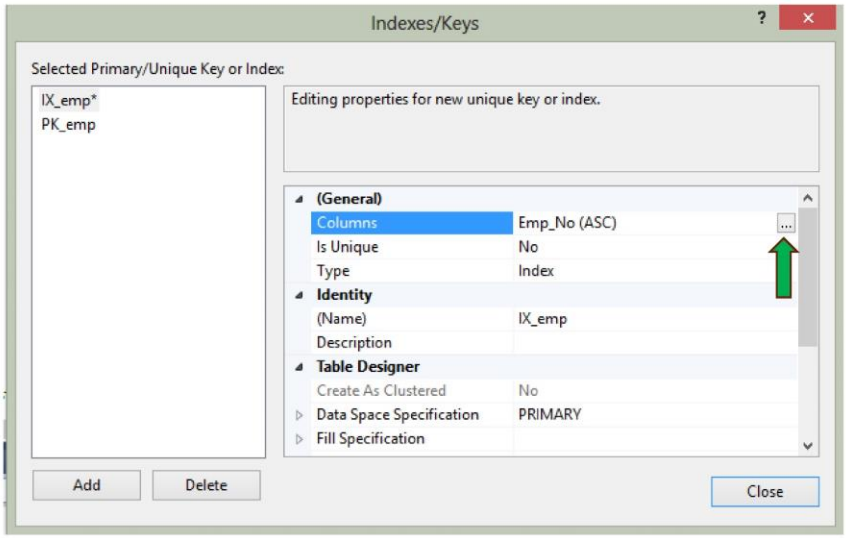
نضع الجدول في حالة التصميم بالضغط بالزر الأيمن على الجدول، ونختار Design، بالضغط بالزر الأيمن على العمود المراد عمل فهرس له كما في الشكل التالي:



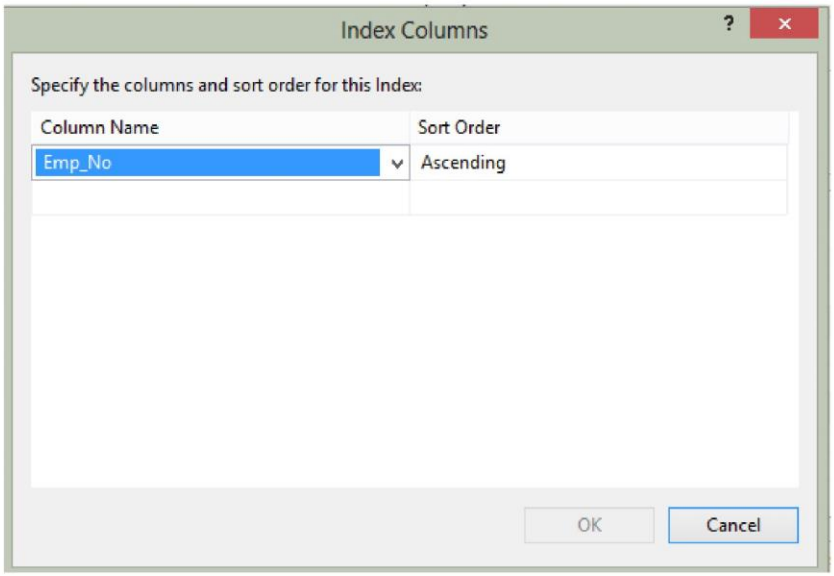
نختار Indexed/Keys فيظهر مربع الحوار التالي:



نضغط على زر الإضافة Add فيظهر مربع الحوار التالي:



فيظهر اسم Index جديد وهو (اسم الجدول_IX)، ثم نذهب إلى Columns ونضغط على الزر التالي ... ليظهر الشكل التالي:



نختار اسم العمود من خلال Column Name ثم Ok، فيتم انشاء فهرس.

الطريقة الثالثة:

يمكن إنشاء فهرس من خلال الاستعلام New Query كما يلي:

CREATE INDEX اسم الفهرس ON اسم الجدول (اسم العمود ASC)

ولإنشاء فهرس من نوع Unique، فقط نكتب كلمة Unique مباشرة بعد كلمة Create

CREATE UNIQUE INDEX اسم الفهرس ON اسم الجدول (اسم العمود ASC)

وإذا أردنا انشاء فهرس مركب في الجدول الواحد، فيتم بالشكل التالي:

CREATE INDEX اسم الفهرس ON اسم الجدول (اسم العمود1 ASC, اسم العمود2 ASC, ...)

ملاحظة: ASC تعني فرز البيانات تصاعدي

تطبيق عملي: تمهيد إلى الفهارس

1- بعد تشغيل SQL Server Management Studio، قم بالاتصال بالخادم.

2- لإنشاء قاعدة بيانات جديدة، انقر بالزر الأيمن من متصفح الكائنات على Databases، ثم على New Database…

3- أدخل الاسم CollinsUniversity وانقر على OK

4- من متصفح الكائنات، قم بتوسيع البند CollinsUniversity

5- أنقر بالزر الأيمن على Tables واختر New Table...

6- أنشئ الحقول على النحو التالي:

Column Name	Data Type	Allow Nulls
StudentNumber	int	*Unchecked*
FirstName	nvarchar(32)	*Checked*
MI	char(1)	*Checked*
LastName	nvarchar(32)	*Unchecked*
Username	nvarchar(20)	*Unchecked*
Password	nvarchar(20)	*Checked*

7- أغلق نافذة تصميم الجدول

8- انقر على Yes لتأكيد خيار حفظ الجدول

9- أكتب اسم الجدول StudentRegistration وانقر على OK

1-من متصفح الكائنات، انقر بالزر الأيمن على Databases، ثم New Query...

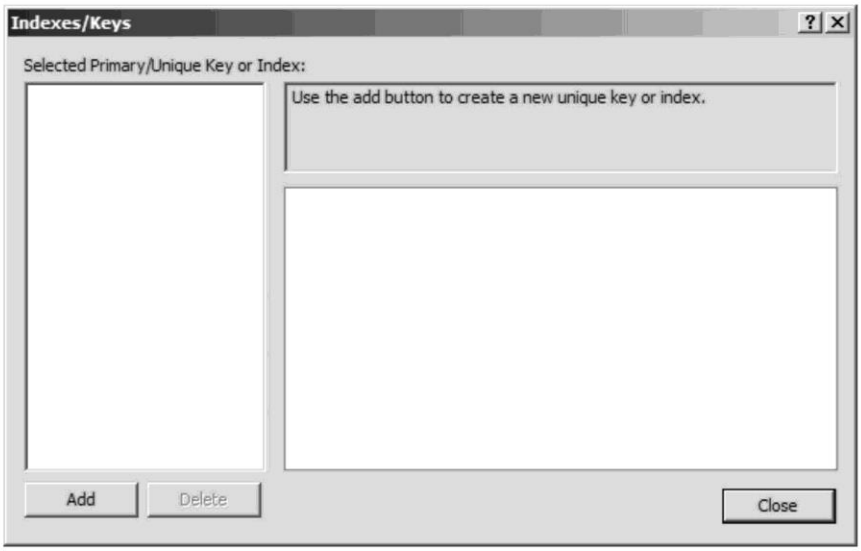
```
CREATE DATABASE CeilInn1;
GO
USE CeilInn1;
CREATE TABLE Rooms
(
    RoomNumber nvarchar(10),
    LocationCode nchar(10) not null,
    LocationName nvarchar(50) null,
    RoomType nvarchar(50)
);
GO
```

11-قم بتنفيذ الاستعلام ثم أغلق نافذة الاستعلام.

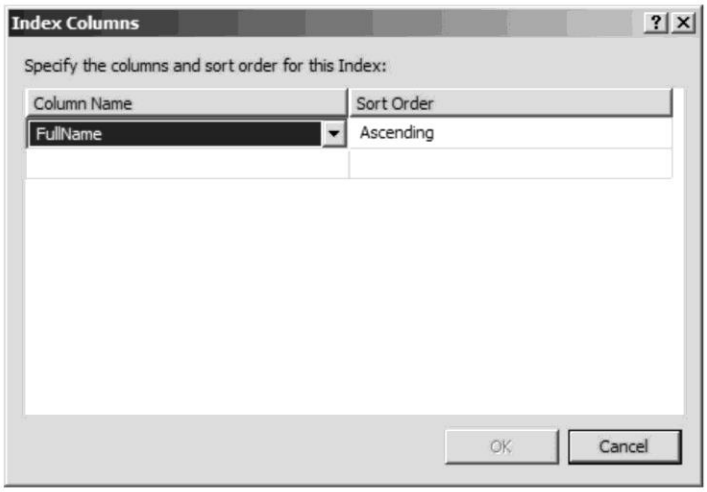
إنشاء فهرس أثناء التصميم:

محرك قاعدة البيانات SQL Server مجهز بآلية تقوم تلقائيا بإنشاء الفهرس على الجدول اعتمادا على طريقة إنشائه. مثال، إذا قمت بإنشاء مفتاح أساسي على جدول، فإن محرك قاعدة البيانات سيقوم تلقائيا بإنشاء فهرس لحقل المفتاح أساسي. ويمكنك رغم ذلك، إنشاء فهرس وفق اختيارك أثناء التصميم أو باستخدام SQL.

لإنشاء فهرس أثناء التصميم، يمكنك استخدام نافذة Indexes/Keys. للقيام بذلك، قم بتوسيع بند قاعدة البيانات من متصفح الكائنات التي تحمل الجدول (أو View) المحدد، ثم قم بتوسيع البند Tables، ثم بالزر الأيمن انقر على الجدول الذي تريد إنشاء الفهرس عليه، ثم اختر Design، في النافذة، انقر بالزر الأيمن واختر Indexes/Keys... لتواجه مربع الحوار:



لإنشاء فهرس، انقر على زر الإضافة Add ثم أكتب اسم الفهرس، يقوم محرك قاعدة بيانات باقتراح اسم بشكل افتراضي، إذا كنت تريد تغييره انقر على (Name) ثم اكتب الاسم الذي تريده. بعد ذلك يجب تحديد حقل واحد على الأقل. افتراضيا، سيقوم محرك قاعدة البيانات بتحديد الحقل الأول من الجدول. إذا أردت تغييره انقر على Columns ثم على زر التفاصيل ... لتظهر شاشة بهذا الشكل:



من تحت العمود Column Name، يمكنك تحديد الحقول. عند الانتهاء من ذلك انقر على OK.

تطبيق عملي: إنشاء فهرس أثناء التصميم

1- من متصفح الكائنات، تحت البند Tables لقاعدة CollinsUniversity، انقر بالزر الأيمن على StudentRegistration واختر Design

2- بالزر الأيمن انقر على أي مكان في الفراغ الأبيض، واختر Indexes/Keys...

3- انقر على زر الإضافة Add

4- انقر على Columns ثم على زر التفاصيل ...

5- انقر على قائمة الخيارات حيث StudentNumber خيار افتراضي وحدد LastName

6- انقر على قائمة الخيارات تحت LastName

7- انقر على السهم من مربع الخيارات وحدد Username

8- انقر على OK

9- انقر على (Name) ثم اكتب IX_Credentials

10- انقر على Close.

إنشاء الفهارس باستخدام SQL:

يتم إنشاء فهرس باستخدام SQL، وفق الصيغة الأساسية التالية:

```
CREATE INDEX IndexName ON Table/View(Column(s))
```

يمكنك أيضا، بدلا من ذلك، فتح إطار استعلام، ثم من Templates Explorer، قم بسحب وإفلات البند Index Basis (أو بند فرعي مشابه). وسيتم توليد استعلام هيكلي لإنشاء فهرس:

```
-- ============================================
-- Create index basic template
-- ============================================
USE <database_name, sysname, AdventureWorks>
GO

CREATE INDEX <index_name, sysname, ind_test>
```

```
ON <schema_name, sysname, Person>.<table_name, sysname, Address>
(
        <column_name1, sysname, PostalCode>
)
GO
```

يبتدئ استعلام إنشاء فهرس بعبارة **CREATE INDEX**، متبوعا باسم مناسب للفهرس، ثم كلمة **ON** يليها اسم الجدول أو View التي تريد إنشاء الفهرس عليها. يتبع كل ذلك قوسين يكتب بداخلهما على الأقل اسم حقل واحد. مثال:

```
USE Exercise1;
GO
CREATE INDEX IX_Employees
ON Employees(EmployeeNumber);
GO
```

إذا كان الفهرس يشمل عدة حقول، يجب الفصل بينها بفاصلة. مثال:

```
USE Exercise1;
GO
CREATE INDEX IX_Employees
ON Employees(LastName, Username);
GO
```

تطبيق عملي: إنشاء فهرس باستخدام SQL

1- اكتب الاستعلام الآتي في نافذة الاستعلام:

```
USE CeilInn1;
GO
CREATE INDEX IX_Rooms
ON Rooms(RoomNumber, LocationCode);
GO
```

2- إضغط على F5 للتنفيذ، ثم أغلق نافذة الاستعلام.

صيانة الفهرس:

يتم التعامل مع الفهارس بصفتها كائنات من قاعدة البيانات، إذ يمكن مراجعتها وتعديلها أو حذفها إذا اقتضى الأمر.

حذف الفهرس:

إذا لم تكن بحاجة إلى أي فهرس يمكنك حذفه، يمكنك بذلك من خلال واجهة التصميم أو باستخدام SQL.

لحذف الفهرس أثناء التصميم، افتح الجدول في واجهة التصميم ثم بالزر الأيمن، انقر على أي مكان في إطار الجدول واختر Indexes/Views. في الإطار الأيسر، حدد الفهرس ثم انقر على زر الحذف Delete، ولن تتلقى أي تحذير قبل الحذف، لذلك تأكد من الفهرس المحدد.

الصيغة العامة لحذف فهرس باستخدام SQL هي كما يلي:

```
DROP INDEX IndexName ON TableName;
```

حيث TableName هو اسم الجدول الذي يحتوي على الفهرس. IndexName هو اسم الفهرس الذي تريد التخلص منه. مثال:

```
USE Exercise1;
GO
DROP INDEX IX_Students
ON Students;
GO
```

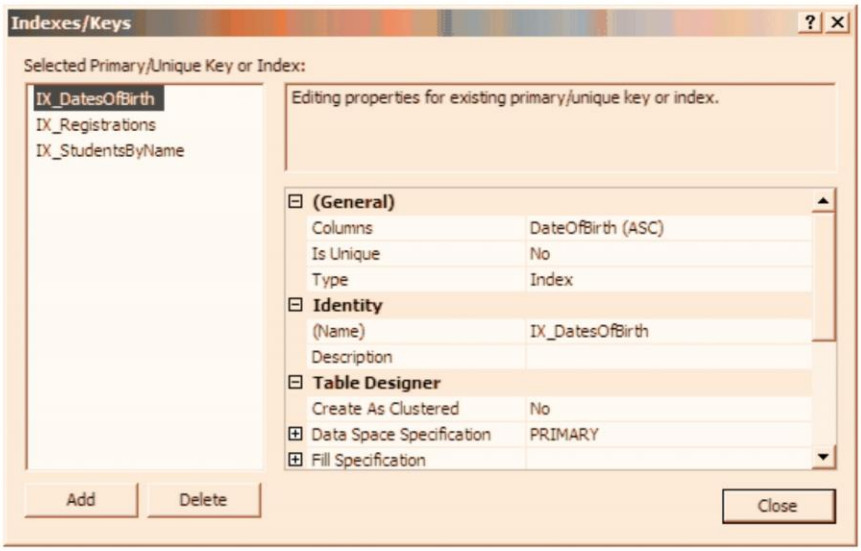
أنواع الفهارس:

يوفر SQL Server أنواعا مختلفة من الفهارس، أشهرها نوعان: الفهرس المتكتِّل –أو المجمَّع– (Clustered Index) والفهرس غير المتكتل (Nonclustered Index).

الفهرس المتكتل (Clustered Index):

رأينا أن إنشاء الفهرس يتم باستخدام حقل أو أكثر من الجدول، يعني ذلك أنه عندما يتعلق الأمر باستخدام فهرس، فإن القيم التي ستستخدم للتأشير هي نفسها القيم المخزنة في هذا في الحقل (أو هذه الحقول)، لهذا يعد هذا الفهرس متكتل أو متجمع (Clustered) في قيم هذا الحقل. وتسمى الحقول التي تشكل في مجموعها فهرسا **بالمفاتيح**.

يتم إنشاء الفهرس المتجمع أثناء التصميم، من خلال واجهة Indexes/Keys، قم بتحديد الفهرس أولا، ثم انقر من القائمة اليمنى لتغيير الخيار Create As Clustered إلى القيمة Yes:



عند الانتهاء انقر على Close.

لإنشاء فهرس متجمع باستخدام SQL يمكن استخدام الصيغة التالية:

```
CREATE CLUSTERED INDEX IndexName ON Table/View(Column(s))
```

الكلمة الوحيدة الجديدة في هذه الصيغة هي CLUSTERED. مثال:

```
USE Exercise1;
GO
CREATE TABLE dbo.Students
(
        StudentID int identity(1,1) NOT NULL,
        FirstName nvarchar(40) NULL,
        LastName nvarchar(40) NOT NULL,
)
GO

CREATE CLUSTERED INDEX IX_Student
ON Students(LastName);
GO
```

يسمى الجدول الذي يحتوي على فهرس متكتل بجدول متكتل أيضا (Clustered Table).

من مميزات الفهرس المتكتل، ما يلي:

- جعل البحث عن السجلات والفرز أكثر سهولة، وهو ما يسهل على محرك قاعدة البيانات عملية الطواف حول البيانات للوصول إلى السجلات المطلوبة.

- ليس هذا شرطا، لكن ينبغي أن تكون السجلات فريدة (سبق وأن رأينا كيف يتم ذلك، باستخدام قيود التحقق؛ وسنرى لاحقا طريقة إنشاء سجلات فريدة).
- يجب ألا يكون في الجدول أكثر من فهرس متكتل واحد، وإذا قمت بإنشاء فهرس متكتل آخر، فسيتم حذف الفهرس المتكتل السابق.

الفهرس غير المتكتل (Nonclustered Index):

بينما يستخدم الفهرس المتكتل قائمة مرتبة من السجلات، يقوم نوع آخر من الفهارس باستخدام آلية مختلفة لا تستند إلى قائمة من السجلات المرتبة ولكن على بيانات مرجعية، وهو ما يعرف بالفهرس **غير المتكتل** (Nonclustered). على عكس النوع السابق، يمكن للجدول أن يحتوي على أكثر من فهرس غير متكتل.

لإنشاء فهرس غير متكتل أثناء التصميم، قم بعرض نافذة Indexes/Keys، ثم قم بتحديد الفهرس وغير خاصية Create As Clustered إلى القيمة No.

لإنشاء فهرس Nonclustered باستخدام SQL، يمكنك استخدام الصيغة التالية:

```
CREATE NONCLUSTERED INDEX IndexName ON Table/View(Column(s))
```

الكلمة الجديدة في هذه الصيغة هي NONCLUSTERED، وبقية العبارات هي نفسها التي تم شرحها سابقا، مثال:

```
CREATE NONCLUSTERED INDEX IX_Student
ON Students(LastName, StudentNumber);
GO
```

إدخال البيانات وتحليلها مع استخدام فهرس:

رأينا أن وجود الفهارس يمكن أن يفرض بعض الإجراءات لإدخال البيانات، مثل فرض وجود قيم فريدة في لكل سجل من الحقل المفهرس، إلى جانب ذلك، فإن الفائدة من الفهارس في الواقع تتضح عندما يتعلق الأمر بتحليل البيانات.

فهارس فريدة (Unique Indexes):

يتم اعتماد الفهرس بطريقتين، إما بفرز السجلات؛ وهنا يقوم الفهرس المتكتل بالتكفل بهذا الجانب، لأنه يقوم تلقائيا وبشكل داخلي بترتيب السجلات.

لكن ماذا لو لم تكن السجلات فريدة ؟ مثال، إذا تم إدخال بيانات بشكل خاطئ في قائمة الطلاب، بحيث يكون لطالبين أو أكثر نفس البيانات، إذا قمت بإنشاء فهرس لمثل هذا الجدول، فسيقوم محرك قاعدة البيانات بإنشاء سجلات مكررة على الفهرس، وهذا سيء؛ لأنه يتطلب زمنا إضافيا لتحديد السجلات، ويصبح الأمر أسوأ مع عدد كبير جدا من السجلات.

عند إنشاء الجدول، يمكنك فهرسته وجعل الفهرس يطبق القواعد التي من شأنها أن تجعل السجلات فريدة في الجدول، لمراعاة ذلك، يمكنك تطبيق قاعدة لجعل بيانات الفهرس فريدة.

للقيام بذلك، عند إنشاء الفهارس أثناء تصميم الجدول في الواجهة Indexes/Keys، حدد الفهرس من الجانب الأيسر. ثم في اللائحة على اليمين غير قيمة الخاصية Is Unique إلى Yes، يمكنك في أي وقت إزالة هذه الخاصية بتغيير القيمة إلى No.

لإنشاء فهرس فريد باستخدام SQL، يمكنك إدراج الكلمة UNIQUE في الاستعلام بهذا الشكل:

```
CREATE [UNIQUE] [CLUSTERED | NONCLUSTERED] INDEX index_name ON
Table/View(Column(s))
```

إبدأ بكلمة CREATE ثم اتبعها بعبارة UNIQUE، ثم تحديد فيما إذا كان الفهرس Clustered أم لا. بقية العبارات رأيناها سابقا[1]. مثال:

```
-- ========================================
-- Table: Employees
-- ========================================
USE Exercise1
GO

CREATE TABLE dbo.Employees
(
    EmployeeNumber nvarchar(10),
    DateHired datetime NULL,
    FirstName nvarchar(40) NULL,
    LastName nvarchar(40) NOT NULL,
    HourlySalary decimal(6, 2)
)
GO
```

1

```
CREATE UNIQUE INDEX IDX_EmployeesIDs
ON dbo.Employees(EmployeeNumber, LastName);
GO
```

إذا جعلت السجلات فريدة في الفهرس، فسيتلقى مستخدم البرنامج أثناء إدخال البيانات، إذا قام بإدخال قيمة مكررة في الجدول، رسالة خطأ. مثال:

```
-- ============================================
-- Create index basic template
-- ============================================
USE Exercise1;
GO

CREATE TABLE dbo.Employees
(
    EmployeeNumber integer NOT NULL,
    FirstName varchar(50) NULL,
    LastName varchar(50) NOT NULL,
    HourlySalary decimal(6, 2)
)
GO

CREATE UNIQUE INDEX IDX_EmployeeNumber
ON dbo.Employees(EmployeeNumber);
GO

INSERT INTO Employees(EmployeeNumber, FirstName,
                      LastName, HourlySalary)
VALUES(92935, 'Joan', 'Hamilton', 22.50)
GO

INSERT INTO Employees(EmployeeNumber, FirstName,
                      LastName, HourlySalary)
VALUES(22940, 'Peter', 'Malley', 14.25)
GO

INSERT INTO Employees(EmployeeNumber, FirstName,
                      LastName, HourlySalary)
VALUES(27495, 'Christine', 'Fink', 32.05)
GO
INSERT INTO Employees(EmployeeNumber, FirstName,
                      LastName, HourlySalary)
VALUES(22940, 'Gertrude', 'Monay', 15.55)
GO
INSERT INTO Employees(EmployeeNumber, FirstName,
                      LastName, HourlySalary)
VALUES(20285, 'Helene', 'Mukoko', 26.65)
GO
```

عند تنفيذ هذا الاستعلام نحصل على:

```
(1 row(s) affected)
(1 row(s) affected)
(1 row(s) affected)
Msg 2601, Level 14, State 1, Line 1
Cannot insert duplicate key row in object 'dbo.Employees'
with unique index 'IDX_EmployeeNumber'.
The statement has been terminated.
(1 row(s) affected)
```