للحصول على الكتاب كاملاً اضغط على أي مكان في الصفحة ليفتح رابط الكتاب

# المحتويـــــات Contents


| الفصل | الموضـــوع | الصفحة |
|---|---|---|
| | الجزء الأول: الشروع في العمل مع البرنامج Autodesk® 3DS MAX® 2015 | |
| 1 | استكشاف واجهة البرنامج Exploring The Interface | 6 |
| 2 | التشكيل والتحكم بالمساقط Controlling And Configuring The Viewports | 23 |
| 3 | العمل مع الملفات Working With Files، الاستيراد Importing والتصدير Exporting | 44 |
| 4 | إعداد التفضيلات Setting Preferences | 61 |
| | الجزء الثاني: العمل مع الكائنات Manipulating Objects | |
| 5 | إنشاء وتحرير الكائنات الأولية Creating And Editing Primitive Objects | 85 |
| 6 | تحديد الكائنات Selecting Objects واستخدام الطبقات Layers | 99 |
| 7 | تحويل الكائنات Transforming Objects، التمحور Pivoting، المحاذاة Aligning والإطباق Snapping | 122 |
| 8 | استنساخ الكائنات Cloning Objects، وإنشاء المصفوفات Arrays | 143 |
| 9 | التجميع Grouping، الربط Linking وكائنات الأبوة Parenting Objects | 154 |
| 10 | تَنظيم المشاهدِ مع: الحاوياتِ Containers، المراجع الخارجية XRefs ونافذة معاينة المخططات Schematic View | 161 |
| | الجزء الثالث: أساسيات إنشاء النماذج (التشكيل) ثلاثية الأبعاد Modeling 3D Assets | |
| 11 | مدخل إلى الكائنات الجزئية Subobjects والمُعَدّلات Modifiers واستخدام نافذة تكديس المُعَدّلات Modifier Stack | 189 |
| 12 | رسم وتحرير الخطوط والأشكال ثنائية البعد DRAWING and Editing 2D Splines and Shapes | 206 |
| 13 | التشكيل مع المضلعات Modeling with Polygons | 232 |
| 14 | استخدام أدوات تشكيل الغرافيت Graphite Modeling Tools والرسم مع الكائنات Painting with Objects | 254 |
| 15 | العمل مع الكائنات المركّبة Compound Objects | 285 |
| 16 | تَشويه السطوحِ Deforming Surfaces واستخدام المُعَدّلات الشبكية Mesh Modifiers | 296 |
| | الجزء الرابع: تطبيق المواد والأنسجة Applying Materials And Textures | |
| 17 | إنشاء وتطبيق المواد القياسية Standard مع محرر لائحة المواد Slate Material Editor | 335 |
| 18 | إضافة التفاصيل إلى المواد باستخدام الخرائط Adding Material Details with Maps | 363 |
| 19 | استخدام أنواع متخصصة من المواد Specialized Material Types | 402 |
| 20 | إنشاء المواد المركّبة Compound Materials واستخدام مُعَدّلات المواد | 414 |
| 21 | إنشاء المظللات Shaders في المحرر ShaderFX Editor | 428 |
| 22 | إحداثيات التغليف Unwrapping UVs وأنسجة وضع الخريطة Mapping Textures | 440 |
| 23 | الرسم في خامة المسقط Painting in the Viewport Canvas وإظهار خرائط السطح Rendering Surface Maps | 460 |
| 24 | إنشاء الأنسجة المشوية Backed Textures وخرائط الناظمات Normal Maps | 474 |
| | الجزء الخامس: العمل مع الخلفيات Backgrounds، آلاتِ التصوير Cameras، والإضاءة Lighting | |
| 25 | تَشكيل وتوجيه آلاتِ التصوير Configuring and Aiming Cameras | 482 |
| 26 | ضبط المسقط المنظوري مع صورة الخلفية Matching Perspective to Background Images | 495 |
| 27 | استخدام الإضاءات وتقنياتها الأساسية Basic Lighting Techniques | 499 |
| 28 | استخدام أنظمة الإضاءة النهارية والشمسية Sunlight and Daylight Systems | 519 |
| 29 | العمل مع الإضاءة المتقدمة، تتبع الإضاءة Tracing، والراديوية Radiosity | 524 |


المحتويات

# الفصل / 12
# رسم وتحرير الخطوط والأشكال ثنائية البعد
# DRAWING AND EDITING 2D SPLINES AND SHAPES

يبدأ العديد من مشاريع التشكيل من أرضية أساس، وأدنى أساس هو الشكل ثنائي الأبعاد 2D. يستخدم البرنامج نوعين من الكائنات وهي الأشكال ثنائية الأبعاد Splines والأشكال Shapes. إن الشكل ثنائي الأبعاد Spline هو نوع خاص من الخطوط يأخذ مساراً منحنياً بما يتوافق مع مبادئ رياضية، ففي البرنامج AUTODESK® 3DS MAX® 2015 تستخدم الأشكال ثنائية الأبعاد لإنشاء جميع أنواع الأشكال مثل الدوائر Circles والقطوع الناقصة Ellipses والمستطيلات Rectangles.

يمكن إنشاء هذه الكائنات باستخدام القائمة: Create ⇒ Shapes. يمكن معالجة Rendered عرض الأشكال، لكنها تستخدم عادة لإنشاء كائنات هندسية ثلاثية الأبعاد 3D متقدمة Primitives أكثر وذلك يبثق أو خرط Extruding or Lathing (باستخدام المخرطة) الشكل ثنائي الأبعاد Spline. يمكننا إيجاد مجموعة كاملة من المُعَدّلات التي تطبق على الأشكال ثنائية الأبعاد. نستطيع استخدام الأشكال ثنائية الأبعاد لإنشاء مسارات الحركة Animation Paths ولإنشاء كائنات Loft and NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines)، وسنجد أن الأشكال ثنائية الأبعاد والأشكال (على الرغم من كونها ثنائية الأبعاد) تستخدم بكثرة في البرنامج 3ds Max.

## الرسم في الفضاء ثنائي الأبعاد Drawing in 2D

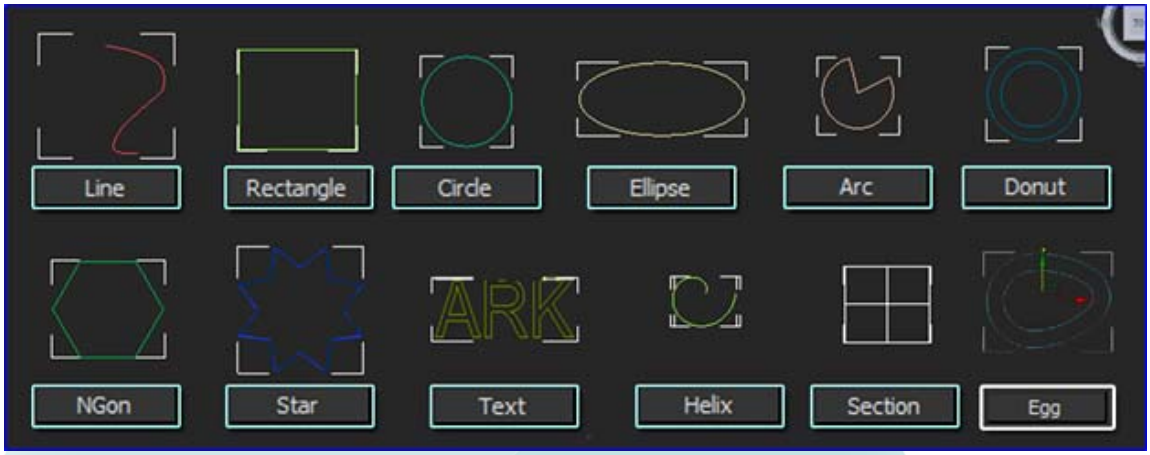
إن الأشكال في البرنامج 3ds Max متفردة بالنسبة للكائنات الأخرى لأنها ترسم في الفضاء ثنائي الأبعاد 2D، مما يحصرها في مستوي واحد. يتم تعريف المستوي من خلال المسقط المستخدم لإنشاء الشكل. إن رسم شكل ما مثلاً في المسقط العلوي Top يقيد الشكل بالمستوي XY، في حين أن رسم الشكل في المسقط الأمامي Front يقيده في المستوي ZX، وحتى الأشكال التي ترسم في المسقط المنظوري Perspective فإنها تقيّد في مستوي معين مثل الشبكة العامة Home Grid.

يتم عادةً إنتاج الأشكال ثنائية الأبعاد 2D في رزمة رسم برمجية مثل Adobe Illustrator (AI) or CorelDraw. يدعم البرنامج 3ds Max استيراد الرسوميات الخطية باستخدام نوع الملف AI format.

على الرغم من أن الأشكال حديثة المنشأ أو المستوردة هي أشكال ثنائية الأبعاد 2D ومقيدة في مستوي واحد، إلاّ أنه يمكن تواجدها في الفضاء ثلاثي الأبعاد 3D. يملك الشكل ثنائي الأبعاد اللولب Helix مثلاً والموجود في الفضاء ثلاثي الأبعاد قيمة ارتفاع وقيمة عرض. وتتحرك المسارات الحركية على وجه الخصوص في الفضاء ثلاثي الأبعاد بشكل عملي.

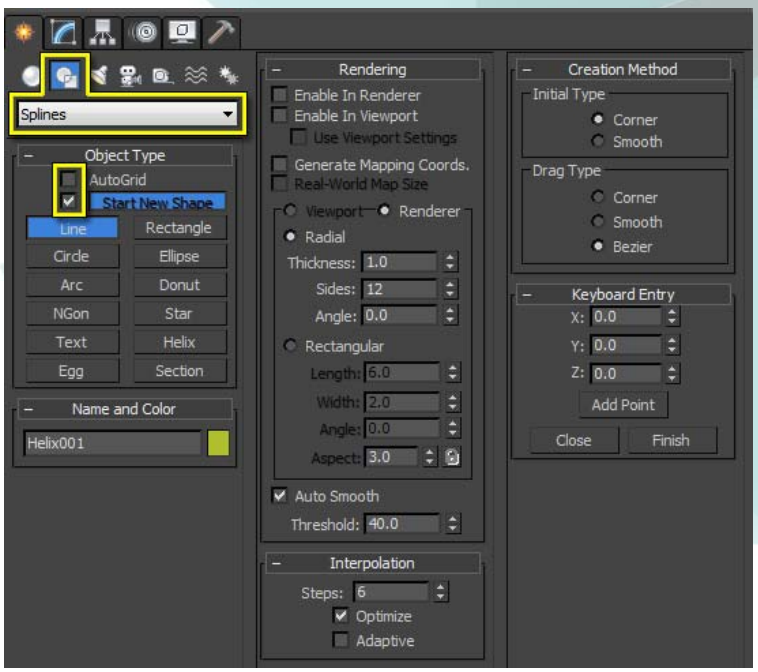
### العمل مع الأشكال الأولية Shape Primitives

تظهر أزرار الأشكال الأولية Shape Primitives في الشريحة Object Type في لوحة الإنشاء Create سواء تم تحديد: Create ⇒ Shapes أو Create ⇒ Extended Shapes. يحتوي التصنيف Shapes على العديد من الأشكال الأساسية ثنائية الأبعاد Spline بما فيها الخط Line والدائرة Circle والقوس Arc وكذلك NGon (مضلع Polygon يمكننا ضبط عدد جوانبه) والنص Text، البيضة Egg، المستطيل Rectangle، القطع الناقص Ellipse، الدائرتين متحدة المركز Donut، النجم Star، اللولب Helix، والمقطع Section، كما في الشكل التالي.




يحتوي التصنيف المتقدم **Extended Shapes** عدة أشكال مفيدة في التصاميم المعمارية **Architects** بما فيها المستطيلين متحدة المركز **WRectangle**، القناة **Channel**، الزاوية **Angle**، شكل الحرف تي **Tee**، والحافة العريضة **Wide Flange**، وكما في الشكل التالي. إن النقر على أي من أزرار الأشكال هذه يتيح لنا إنشاء الشكل بالسحب في أحد المساقط. بعد إنشاء الشكل، ستظهر عدة شرائح جديدة للتحكم ببارامترات الشكل المحدد.

يوجد فوق الأزرار مربعا تفعيل: **AutoGrid and Start New Shape**. ينشئ الخيار **AutoGrid** شبكة مؤقتة يمكننا استخدامها لرصف الشكل مع سطح الكائن الأقرب تحت مؤشر الفأرة أثناء الإنشاء. إن هذه الميزة مفيدة للبدء بشكل جديد ثنائي الأبعاد **Spline** على سطح كائن ما.




ينشئ الخيار **Start New Shape** كائناً جديداً مع كل شكل جديد مرسوم في أحد المساقط. إن ترك هذا الخيار غير فعّال يتيح لنا إنشاء أشكال مركّبة تتكون من عدة أشكال تستخدم لإنشاء كائن واحد. ولأن الأشكال المركّبة تتكون من عدة أشكال لن نتمكن من تحريرها باستخدام الشريحة **Parameters**. إذا أردنا مثلاً كتابة اسم ما باستخدام الأشكال ثنائية الأبعاد نترك الخيار **Start New Shape** غير فعّال لنجعل من جميع الأحرف جزءاً من نفس الكائن.

وكما هو الحال مع الكائنات الهندسية الأولية تماماً، يعطى لكل شكل منشأ اسم ولون. ويمكننا تغيير أي منهما في الشريحة **Name and Color**.

تمتلك معظم الأشكال الأولية عدة شرائح مشتركة وهي: Rendering, Interpolation, Creation Method, Keyboard Entry, and Parameters، كما في الشكل التالي. سنقوم في البداية بتغطية هذه الشرائح ثم سنقدم الأشكال الأولية كل على حدة.

## الشريحة Rendering

تحتوي الشريحة Rendering على خيارات لجعل الشكل ثنائي الأبعاد Spline كائناً قابلاً للمعالجة. إن جعل الشكل ثنائي الأبعاد قابلاً للمعالجة يحوله إلى كائن ثلاثي الأبعاد يصبح مرئياً عندما تقوم بمعالجة عرض المشهد. ومن أجل الكائنات القابلة للمعالجة Render able، يمكننا اختيار جعل الشكل ثنائي الأبعاد قطرياً Radial أو مستطيلاً Rectangular. من أجل الخيار Radial، يمكننا تعيين القيم: السُمك Thickness وعدد الجوانب Sides، وحجم الزاوية Angle. ومن أجل الخيار Rectangular، يمكننا تعيين القيم: Length, Width, Angle, and Aspect.

إن الخيار Radial Thickness هو قطر الشكل الثنائي الأبعاد القابل للمعالجة. ويضبط الخيار Sides عدد الجوانب التي تكون المقطع العرضي له، وأقل قيمة ممكنة هي 3 مما ينشئ مقطعاً عرضياً مثلثاً. تضبط القيمتان Length and Width الحجم على طول المحور Y-axis and X-axis على الترتيب للجوانب المستطيلة. وتحدد القيمة Angle مكان بدء زوايا جوانب المقطع العرضي بحيث نتمكن من إعداد شكل ثنائي الأبعاد ثلاثي الجوانب فيه زاوية أو حافة تشير باتجاه الأعلى. تضبط القيمة Aspect نسبة الطول Length إلى العرض Width، وإذا كانت أيقونة القفل Lock إلى اليمين من القيمة Aspect مفعّلة فسيتم قفل النسبة وسيؤثر تغيير احدى القيم على الأخرى.

**ملاحظة: افتراضياً، يكون للشكل ثنائي الأبعاد القابل للمعالجة دائرة ذات 12 جانب كمقطع عرض له.**

يمكننا اختيار قيم معالجة عرض مختلفة من أجل المسقط ومن أجل معالج العرض باستخدام الخيارين Viewport and Renderer الموجودين فوق الخيار Radial. يمكن أن يكون كل من هذه الإعدادات مفعّلاً أو غير مفعّل باستخدام الخيارين Enable in Viewport and Enable in Renderer في أعلى الشريحة Rendering. تظهر الأشكال ثنائية الأبعاد القابلة للمعالجة كأشكال ثنائية أبعاد طبيعية في المسقط إلا إذا كان الخيار Enable in Viewport محدداً. يعطي الخيار Use Viewport Settings خيار إعداد خواص معالجة عرض الشكل ثنائي الأبعاد بشكل مختلف في المسقط وفي معالج العرض.

يوفر الخيار Auto Smooth والقيمة Threshold طريقة لتنعيم الحواف في الشكل ثنائي الأبعاد القابل للمعالجة، فاذا كانت الزاوية بين مضلعين متجاورين أقل من القيمة Threshold فسيتم تنعيم الحافة الموجودة بينهما، وإذا كانت أكبر من القيمة Threshold فسيتم الاحتفاظ بالحافة القاسية.

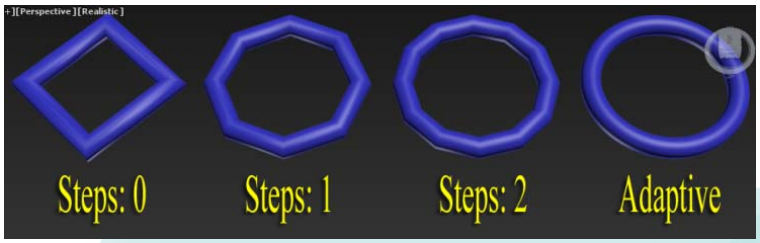
يولّد الخيار Generate Mapping Coordinates إحداثيات وضع الخريطة Mapping بشكل تلقائي والتي تستخدم للإشارة إلى مكان توضع صورة المادة، كما يسمح الخيار Real-World Map Size باستخدام تغيير المقاس في العالم الحقيقي عند تشكيل نسيج ما على الشكل ثنائي الأبعاد القابل للمعالجة.

**ملاحظة: لتعلم المزيد حول إحداثيات وضع الخريطة Mapping وتغيير المقاس في العالم الحقيقي، نتابع الفصل 18 (إضافة التفاصيل إلى المواد باستخدام الخرائط Adding Material Details with Maps).**

## الشريحة Interpolation

في الشريحة Interpolation، يمكننا تعريف عدد خطوات أو قطع التداخل التي تكوّن الشكل. تحدد القيمة Steps عدد القطع المراد إدخالها بين نقطتين. لشكل الدائرة مثلاً مع قيمة Steps: 0 أربعة قطع فقط بحيث تشبه الجوهرة، وان زيادة القيمة Steps: 1 يعطي الدائرة ثمانية قطع. من أجل الأشكال المكونة من خطوط مستقيمة (كالمستطيل وأشكال

NGons البسيطة) تكون القيمة Steps: 0، لكن من أجل شكل مكوّن من العديد من الجوانب (كالدائرة أو القطع الناقص Ellipse) يمكن أن يكون للقيمة Steps تأثير كبير. تنتج القيم الأكبر من الخطوات منحنيات أنعم. كما في الشكل.




يضبط الخيار Adaptive تلقائياً عدد الخطوات لإنتاج منحني ناعم Smooth Curve، فعندما يكون هذا الخيار مفعّلاً يصبح الخياران Steps and Optimize غير مفعّلين. يسعى الخيار Optimize إلى إنقاص عدد الخطوات لإنتاج شكل ثنائي الأبعاد أبسط وذلك بإلغاء جميع القطع الزائدة المرتبطة بالشكل.
ملاحظة: ليس للشكلين Section and Helix شريحة Interpolation.

يظهر الشكل التالي، الرقم 5 وهو مرسوم باستخدام الكائن الأولي Line في المسقط الأمامي Front. لقد تم جعل الخط قابلاً للمعالجة بحيث نتمكن من رؤية المقاطع العرضية. وتظهر الصور من اليسار إلى اليمين الخط مع قيم Steps: 0, 1, 3، أما الصورة الرابعة فقد تم تفعيل الخيار Adaptive في الصورة الخامسة.

## الشريحتان Creation Method and Keyboard Entry

تحتوي معظم الأشكال الأولية أيضاً الشريحتين Creation Method and Keyboard Entry (الأشكال Text, Section, and Star هي الاستثناءات). تقدم الشريحة Creation Method خيارات لتعيين طرق مختلفة في إنشاء الشكل ثنائي الأبعاد بالسحب في مسقط ما، كطريقة السحب من الحافة إلى الحافة مثلاً أو من المركز باتجاه الخارج.

لا تملك بعض الأشكال الأولية مثل Star, Text, and Section أية طرق إنشاء لأن برنامج 3ds Max يقدم فقط طريقة واحدة لإنشاء هذه الأشكال.

تقدم الشريحة Keyboard Entry طريقة لإدخال قيم الموضع والأبعاد الدقيقة. بعد إدخال القيم ننقر على الزر Create لإنشاء الشكل ثنائية الأبعاد أو الشكل في المسقط الفعّال، وتختلف الإعدادات من أجل كل شكل.

تتضمن شريحة البارامترات الإعدادات الأساسية للشكل الأولي مثل Radius, Length, and Width. يمكننا تغيير هذه الإعدادات مباشرة بعد إنشاء الكائن، ومع ذلك بعد إلغاء تحديد الكائن ستنتقل هذه الشريحة إلى لوحة التعديل Modify، وسيتوجب علينا إجراء أية تغييرات على الشكل من هذا المكان.

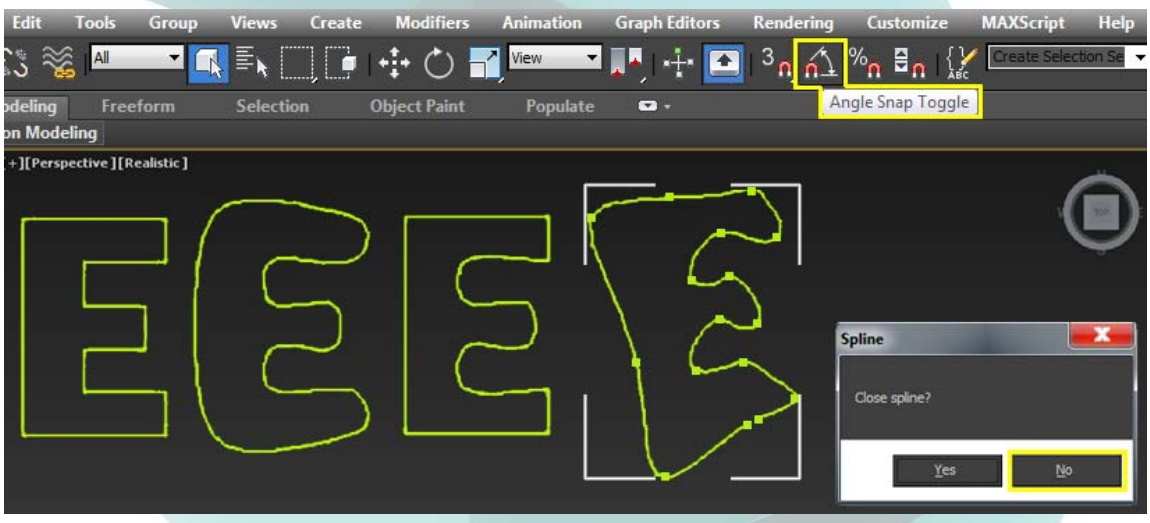
## الشكل الأولي Line Primitive

يحتوي هذا الشكل الأولي على إعدادات لطرق الإنشاء المتعددة مما يتيح لنا إنشاء زوايا حادة وقاسية أو زوايا ناعمة. في الشريحة Creation Method يمكن ضبط الخيار Initial Type سواء على Corner لإنشاء زاوية حادة أو على Smooth لإنشاء زاوية ناعمة من أجل أول نقطة منشأة.

بعد النقر في مكان تواجد النقطة الأولى، يمكن إضافة النقاط بالنقر في المسقط. أن السحب أثناء إنشاء نقطة جديدة يمكن أن يجعل من النقطة من النوع **Corner or Smooth or Bezier** حسب الخيار **Drag Type**. يتم تحديد الانحناء المنشأ من الخيار **Smooth** من خلال المسافة بين النقاط المتجاورة، في حين يمكن التحكم بالانحناء المنشأ من الخيار **Bezier** من خلال سحب المسافة المرغوبة باستخدام الفأرة بعد إنشاء النقطة. للزوايا **Bezier** مقابض تحكم مرتبطة بها تتيح تغيير انحنائها.

**ملاحظة: أن ضغط المفتاح Shift أثناء النقر ينشئ نقاطاً عمودية أو أفقية لتشكل زاوية قائمة مع النقطة السابقة. كما أن ضغط المفتاح Ctrl يؤدي إلى قفز النقاط الجديدة بزاوية ما مع القطعة الأخيرة كما هو محدد باستخدام الإعداد Angle Snap.**

بعد إنشاء جميع النقاط يمكن الخرج من نمط الخط بنقر زر الفأرة الأيمن. إذا كانت النقطة الأخيرة موجودة على النقطة الأولى وهنا يظهر صندوق حوار يسأل عن إغلاق الشكل الذي تم رسمه أم لا. وحتى عند الإغلاق يمكن إضافة المزيد من النقاط إلى التحديد الحالي لإنشاء شكل مركّب إذا كان الخيار **Start New Shape** غير محدد. إذا لم تتطابق نقطتا البداية والنهاية فسيتم إنشاء شكل مفتوح ثنائي الأبعاد. كما في الشكل أدناه.




لقد تم إنشاء الشكل الأول على اليسار مع ضبط جميع الخيارات على **Corner** والضغط على مفتاح **Shift** من لوحة المفاتيح. والشكل الثاني مع ضبط جميع الخيارات على **Smooth**. أما الشكل الثالث فيستخدم الخيار **Corner Initial** ويعرض مكان تنعيم السحب للعديد من النقاط. وأخيراً تم إنشاء الشكل الأخير باستخدام الخيار **Bezier** وجعله مفتوحاً لاختيار **No** في صندوق الحوار.

في الشريحة **Keyboard Entry** يمكن إضافة النقط بإدخال أبعادها **X، Y، Z** والنقر على الزر **Add Point**. ويمكن إغلاق الشكل بالنقر على الزر **Close** أو إبقاءه مفتوحاً بالنقر على الزر **Finish**.

## الشكل Rectangle

ينتج الشكل **Rectangle** مستطيلات بسيطة. ويمكننا في شريحة **Parameters** تعيين الطول **Length** والعرض **Width** ونصف لقطر الزاوية **Corner Radius**. إن ضغط المفتاح **Ctrl** أثناء السحب ينشئ شكلاً مربعاً تماماً.

### الشكل Circle

ينشئ الزر **Circle** دوائر. وان البارامتر الوحيد القابل للضبط هو نصف القطر **Radius**. إن جميع الشرائح الأخرى مشابهة لما شرح سابقاً. للدوائر المنشأة باستخدام الزر **Circle** أربعة نقاط فقط.

### الشكل Ellipse

القطوع الناقصة **Ellipses** هي تغييرات بسيطة من الشكل **Circle**، ويمكننا تعريفها من خلال قيم الطول **Length** والعرض **Width**. إن ضغط المفتاح **Ctrl** أثناء السحب ينشئ دائرة كاملة.

### الشكل Arc

للشكل الأولي القوس **Arc** طريقتا إنشاء، نستخدم الطريقة **End-End-Middle** لإنشاء شكل قوس بالنقر والسحب لتعيين نقطتي النهاية ثم السحب لإكمال الشكل. أما الطريقة **Center-End-End** لإنشاء شكل قوس بالنقر والسحب من المركز إلى احدى نقطتي النهاية ثم بسحب طول القوس إلى نقطة النهاية الثانية.

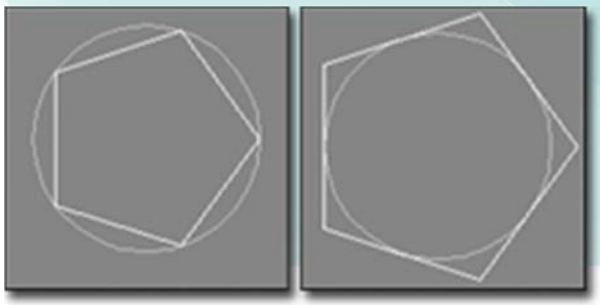
تتضمن البارامترات الأخرى الإعدادات **Radius and the From and To** حيث يمكننا إدخال القيمة بالدرجات من أجل بداية ونهاية القوس. يقوم الخيار **Pie Slice** بوصل نقطتي النهاية للقوس بمركزه لإنشاء شكل فطيرة كما في الشكل. يتيح لنا الخيار **Reverse** عكس اتجاه القوس.

### الشكل Donut

كتغيير آخر من الشكل **Circle**، يتألف الشكل **Donut** من دائرتين متمركزتين، حيث يمكننا إنشاءه بالسحب لمرة واحدة لتعيين الدائرة الخارجية ثم السحب ثانية لتحديد الدائرة الداخلية. إن بارامترات هذا الكائن هي نصفي قطري الدائرتين.

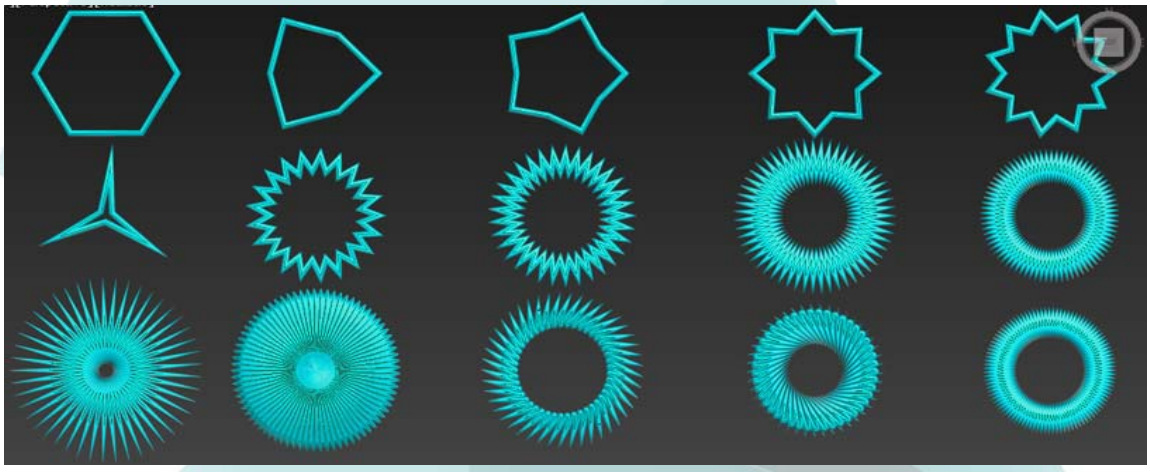
### الشكل NGon

يتيح لنا الشكل **NGon** إنشاء مضلعات **Polygons** منتظمة بتعيين عدد الجوانب **Sides** ونصف قطر الزاوية **Corner Radius**. يمكننا أيضاً تحديد ما إذا كان المضلع مماساً لدائرة من زوايا **Inscribed** أو مماساً لدائرة من جوانبه **Circumscribed**، كما في الشكل. تكون المضلعات **Inscribed Polygons** موضوعة داخل دائرة تلامس جميع نقاط المضلع الخارجية، أما المضلعات **Circumscribed Polygons** فتوضع خارج دائرة تلامس نقطة الوسط لكل حافة من حواف المضلع. يغير الخيار **Circular** المضلع إلى دائرة تمر برؤوسه.



**الشكل Star**

يحتوي الشكل **Star** أيضاً نصف قطر، حيث تعرّف القيمة **Radius** الأكبر مسافة النقاط الخارجية للشكل **Star** عن مركزه، وتكون القيمة **Radius** الأصغر هي المسافة من مركز النجمة إلى النقاط الداخلية. يشير الإعداد **Points** إلى عدد النقاط، ويمكن أن تتغير هذه القيمة في مجال بين 3 إلى 100. تسبب القيمة **Distortion** دوران النقاط الداخلية بالنسبة إلى النقاط الخارجية ويمكن أن تستخدم لإنشاء بعض أنواع النجوم الجديدة الممتعة. تضبط القيمتان **Fillet Radius 1 and Fillet Radius 2** شبكة النقاط الداخلية والخارجية. يعرض الشكل التالي عينات مما يمكن عمله مع الأشكال **Star**.

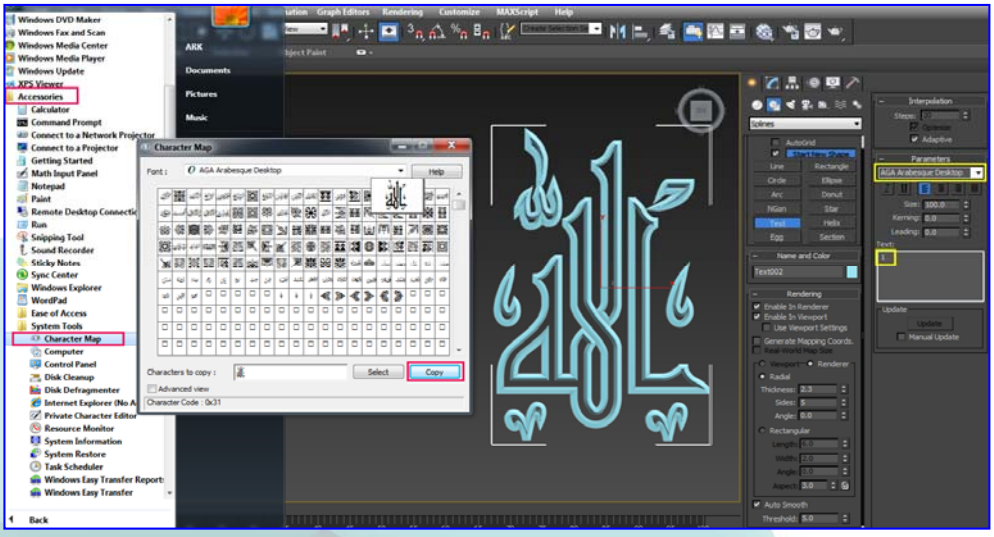


**الشكل Text**

ويستخدم هذا الشكل لإضافة نص ذي خطوط خارجية إلى المشهد. يمتلك بارامترات تتحكم في نمط الخط **Font** فيما إذا كان ***Italic*** *مائل* أو **Underline** تحته خط ونوع رصف النص إلى اليسار **Left** أو إلى اليمين **Right** أو إلى الوسط **Centered** أو بشكل مضبوط **Justified**. القيمة **Size** لتحديد حجم النص، القيمة **Kerning** وهي المسافة بين الحروف المتجاورة، والقيمة **Leading** وهي المسافة بين الخطوط المتجاورة من النص، القيم السالبة تعطي تداخل في الحروف المكونة للنص.

لإدخال حروف خاصة أو رموز مثل كلمة الله كما في الشكل أدناه، يمكن فتح التطبيق **Character Map** الموجود في نظام **Windows** في المسار: **Start ⇒ All Programs ⇒ Accessories ⇒ System Tools ⇒ Character Map**، ثم اختيار الرمز المطلوب وننسخه **Copy**، نعود إلى برنامج **Max** ونختار نفس الخط **Font** وهو **AGA Arabesque Desktop** ثم نعمل لصق **Paste** في مكان النص، وبعد تحديد الخيارات المطلوبة نضغط على المسقط فيظهر الرمز المطلوب.

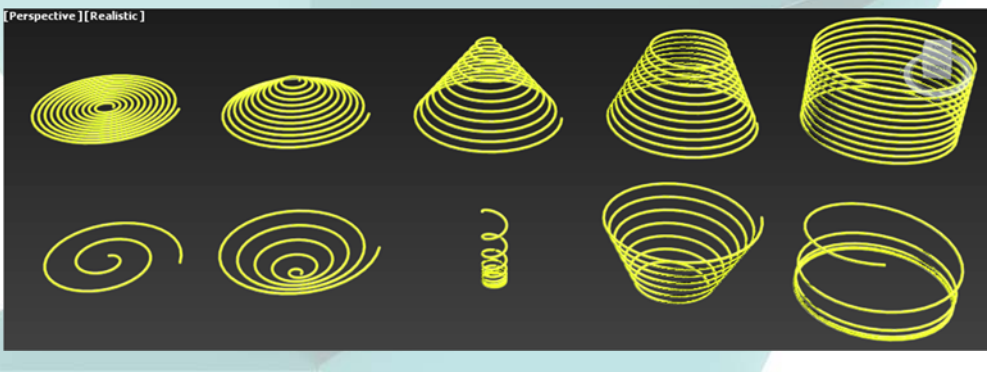
**ملاحظة: لا يمكن في البرنامج استخدام الحروف العربية، إلا باستخدام برامج مساعدة مثل الخطاط العربي أبو رشيد، أو باستخدام برامج تدعم نوع الملفات Ai مثل Adobe Illustrator or Adobe Photoshop or CorelDraw حيث يتم استيراد هذه الملفات إلى البرنامج وهنا لا تعامل على إنها خط نصي Text بل تعامل على أنها منحنيات Spline.**



## الشكل Helix

يشبه الشكل **Helix** سلكاً نابضياً **Spring Coil**، وهو الشكل الوحيد من بين جميع الأشكال الأولية الذي يتواجد في الأبعاد الثلاثة. تحتوي بارامتراته على نصفي قطر لتعيين نصف القطر الخارجي والداخلي. يمكن أن تكون هاتان القيمتان متساويتين لإنشاء نابض أو غير متساويتين لإنشاء حلزون. توجد بارامترات أيضاً للارتفاع **Height** ولعدد الدورات **Turns**. يسبب البارامتر **Bias** دوران الشكل **Helix** ليجتمع في أعلى أو أسفل الشكل. يتيح لنا الخيار **CW (Clockwise)** لتعين دوران الحلزون مع عقارب الساعة، والخيار **CCW (Counterclockwise)** لتعيين دورانه بعكس عقارب الساعة.

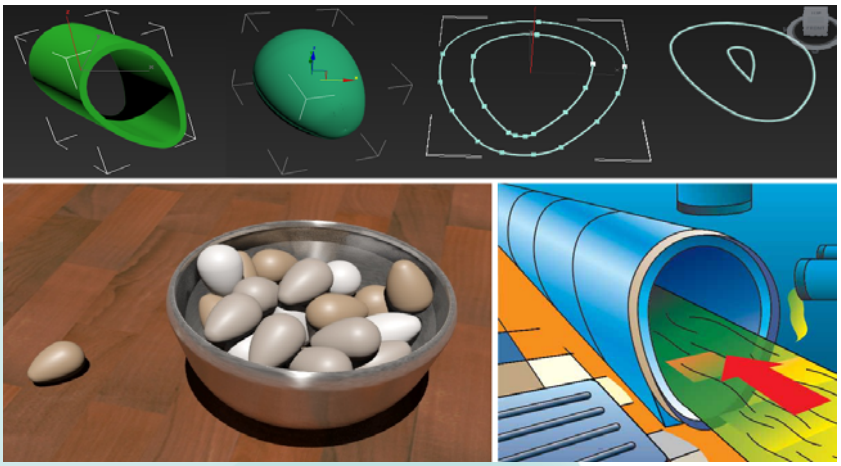
يوضح الشكل التالي عينات من الأشكال **Helix**.




## الشكل Egg

ينشئ هذا الشكل ما يشبه البيضة **Egg-Shaped** شكلين متمركزين. إن المسافة بين الشكلين معرفان بقيمة السُمكَ **Thickness**، ويمكن إزالة الشكل الداخلي برفض الخيار **Outline**. يحدد حجم الشكل من خلال قيمتي الطول والعرض **Length and Width**، ولكن هذه القيمتان مغلقتان لإبقاء شكل البيضة. تسمح قيمة الزاوية **Angle** الشكل أن يدور حول مركزه، حيث تحديد مكان نقطة الارتكاز **Pivot**.

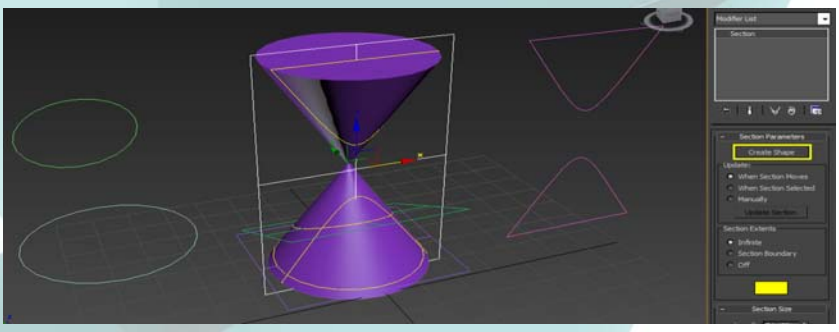
ويستفاد منه في إنشاء شبكات أنابيب الصرف الصحي وخاصة في الإصدار الخاص بالهندسة المدنية **Autodesk Civil View (3ds Max Design)**. عند تطبيق المُعَدِّل **Lathe** يمكن إنشاء شكل يشبه البيضة، وعند استخدام المُعَدِّل **Extrude** يمكن إنشاء شكل أنبوب الصرف الصحي، كما في الشكل.



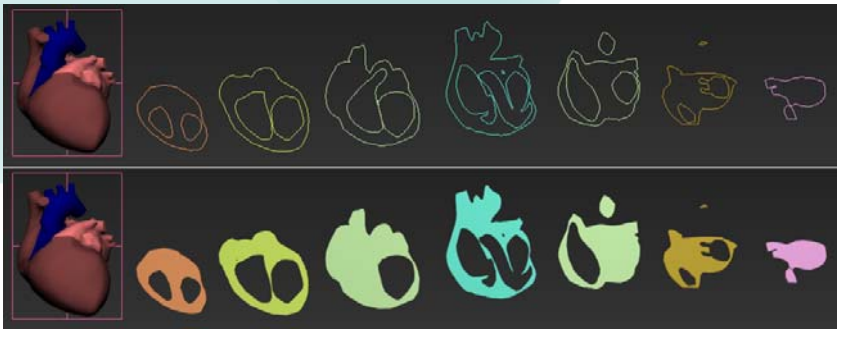
## الشكل Section

تأتي كلمة Section من المقطع العرضي Cross Section. إن الشكل Section هو وهو الشكل العرضي لحواف أي كائن ثلاثي الأبعاد (لا يمكن استخدامه مع الأشكال ثنائية الأبعاد) والذي يمر مستوى القطع من خلالها. تتألف العملية من السحب في المسقط لإنشاء مستوي المقطع العرضي، بعد ذلك يمكن تحريك أو تدوير أو تغيير مقاس هذا المستوى للحصول على المقطع العرضي المرغوب. كما في الشكل.

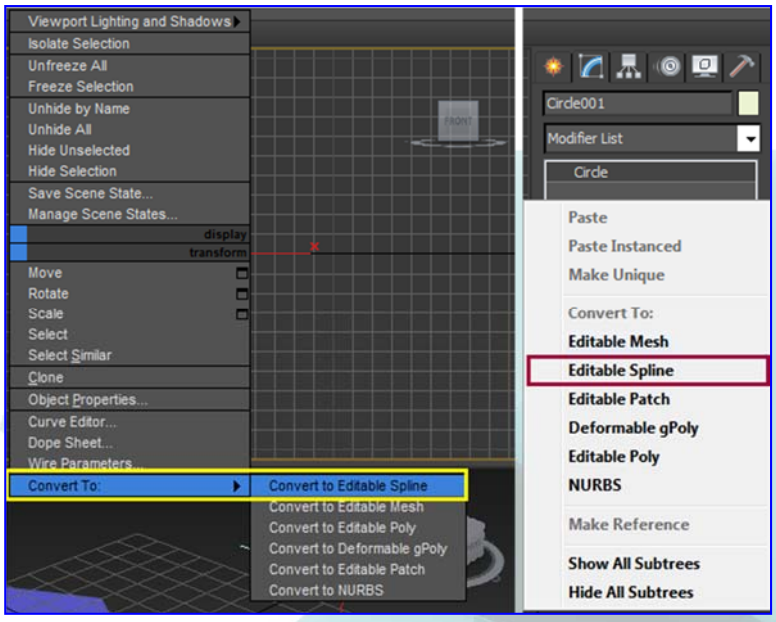
عند الضغط على الزر Create Shape يفتح صندوق حوار يمكن من خلاله تسمية الشكل الجديد وهو شكل ثنائي الأبعاد من نوع Editable Spline. الخيار Infinite ينشئ شكل المقطع العرضي كما لو كان مستوى الشكل Section حجمه لا حدود له حتى ولو كان يظهر أصغر حجماً من الكائن الثلاثي الأبعاد، وبعيداً عنه من جهة أضلاعه الأربعة، أما الخيار Section Boundary يحد من امتدادات المستوي بحدود المستوى المرئي ويجب أن يتقاطع مع المجسم الثلاثي الأبعاد لكي ينشئ المقطع العرضي المطلوب. اللون (الأصفر) يحدد شكل التقاطع.



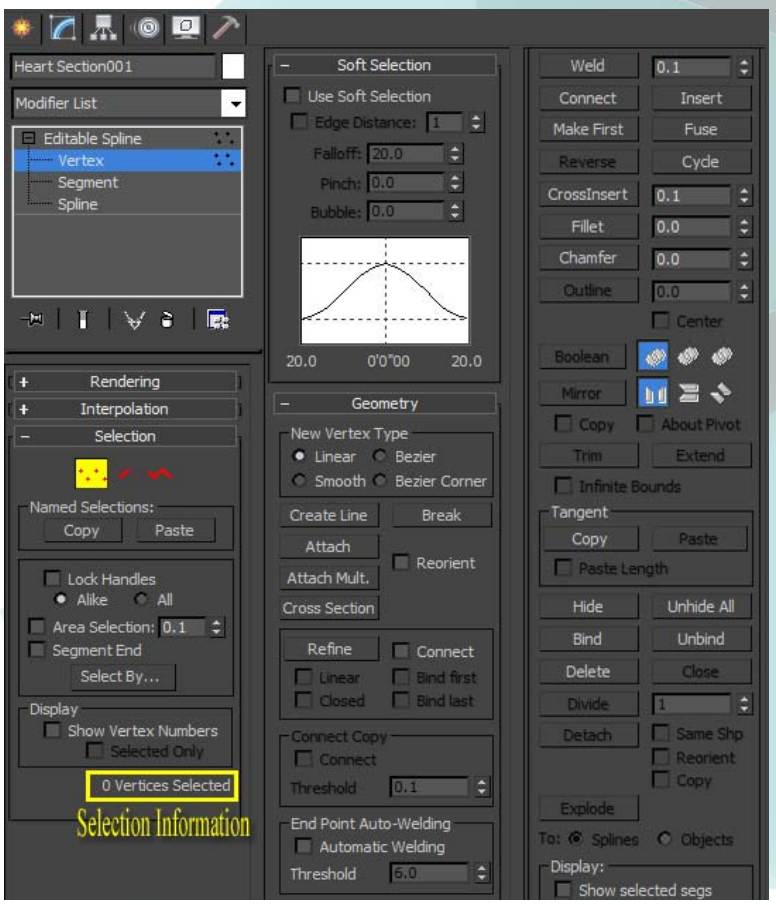
**تمرين: معاينة مقاطع عرضية للقلب، مع استخدام المُعَدّل Extrude.**



## تحرير الأشكال ثنائية الأبعاد Splines




عند إنشاء شكلاً أولياً يمكن تحريره بتعديل بارامتراته، ولكن بشكل محدود. يمكن تحويل جميع الأشكال إلى أشكال ثنائية الأبعاد قابلة للتحرير Editable Spline وذلك بالنقر في المسقط بيمين الفأرة على الشكل (ما عدا الشكل Line لأنه يمتلك نفس صفات Editable Spline) واختيار Convert To ⇒ Convert to Editable Spline. أو يمكن تطبيق عليها المُعَدّل Edit Spline من القائمة الرباعية المنبثقة أو بالنقر باليمين على الكائن الأساسي في نافذة تكديس المُعَدّلات Modifier Stack واختيار Editable Spline من القائمة المنبثقة.




الفرق بين التطبيقين هو أن Editable Spline يمكن تحرير الكائنات الجزئية المنفردة داخل الشكل وهي Segments،Vertices ، and Splines، وكذلك يفقد قابلية تغيير البارامترات الأساسية المسندة إلى الشكل. بينما تطبيق المُعَدّل Edit Spline يحافظ على بارامترات الشكل ويفعّل ميزات التحرير الموجودة في الشريحة Geometry. إضافة إلى فرق آخر هو تغيّر أسم الشكل في نافذة تكديس المُعَدّلات إلى Editable Spline بدل الاسم الأصلي للشكل وهذا يعني عدم تمكننا من العودة إلى البارامترات الأصلية له، في حين Edit Spline يضاف إلى نافذة تكديس المُعَدّلات ويمكن إلغاءه أو مسحه والعودة إلى الشكل الأصلي. كما يوجد فارق أساسي آخر هو أنه لا يمكن تحريك (جعل المشهد متحرك Animated) الكائنات الجزئية في المُعَدّل Edit Spline.

## الأشكال ثنائية الأبعاد القابلة للتحرير Editable Spline مقابل المُعَدّل Edit Spline

بعد أن نحول الشكل ثنائي الأبعاد Convert the Spline إلى شكل ثنائي الأبعاد قابل للتحرير Editable Spline، يمكننا تحرير الكائنات الجزئية المنفردة داخل الشكل وهي: Vertices, Segments, and Splines. يوجد فارق واضح بين تطبيق المُعَدّل Edit Spline Modifier وتحويل الشكل إلى شكل ثنائي الأبعاد قابل للتحرير Editable Spline. إن تطبيق المُعَدّل Edit Spline يحافظ على بارامترات الشكل ويفعّل ميزات التحرير الموجودة في الشريحة Geometry، في حين أن الشكل ثنائي الأبعاد القابل للتحرير يفقد قابلية تغيير البارامترات الأساسية المسندة إلى الشكل ثنائي الأبعاد.

**ملاحظة: عند إنشاء كائناً يحتوي شكلين ثنائيي الأبعاد أو أكثر (كما في حالة إنشاء الأشكال ثنائية الأبعاد مع إلغاء تفعيل الخيار Start New Shape) فسيتم تحويل جميع الأشكال ثنائية الأبعاد في الكائن تلقائياً إلى أشكال ثنائية الأبعاد قابلة للتحرير.**

يوجد اختلاف آخر هو أن الاسم الأساس للشكل الأولي يكون موجوداً في لائحة مع المُعَدّل Edit Spline في نافذة تكديس المُعَدّلات Modifier Stack، وان تحديد اسم الشكل الأولي يجعل الشرائح Rendering, Interpolation, and Parameters مرئية، وتصبح الشرائح Selection, Soft Selection, and Geometry مرئية عندما نحدد المُعَدّل Edit Spline في نافذة تكديس المُعَدّلات. أما من أجل الأشكال ثنائية الأبعاد القابلة للتحرير، فيكون اسم الكائن الأساس فقط هو المرئي في نافذة تكديس المُعَدّلات وتكون جميع الشرائح تحته متاحة.

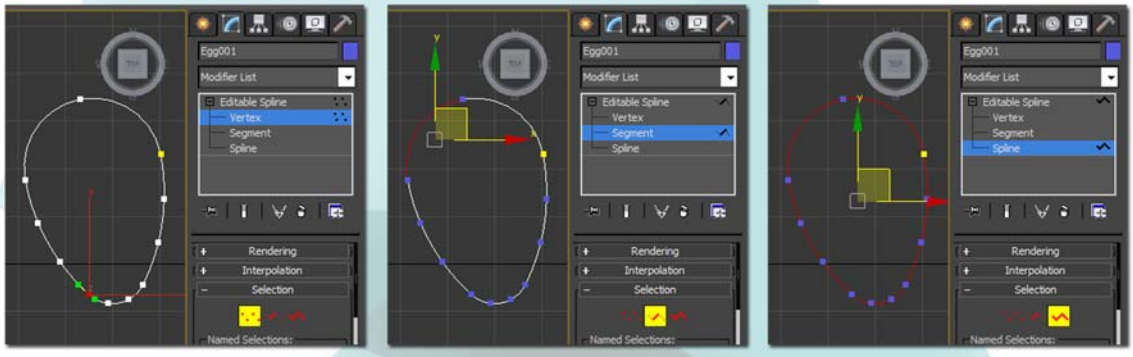
**ملاحظة: يوجد فارق أساسي آخر هو أنه لا يمكن تحريك الكائنات الجزئية في المُعَدّل Edit Spline.**

## جعل الأشكال ثنائية الأبعاد قابلة للمعالجة Making Splines Render able

لا يتم عرض الأشكال ثنائية الأبعاد في الصورة المعالجة Rendered Image بشكل طبيعي، لكن استخدام الخيار Render able في الشريحة Rendering وإسناد سماكة إلى الأشكال ثنائية الأبعاد يجعلها تظهر في الصورة المعالجة. يعرض الشكل التالي صورة معالجة لجملة (احترف 3ds Max 2015) بعد أن تم جعل جميع الأشكال ثنائية الأبعاد قابلة للمعالجة وأسند إليها السُمك Thickness: 3.0.

## تحديد الكائنات الجزئية للأشكال ثنائية الأبعاد Selecting Spline Subobjects

عند تحرير الأشكال ثنائية الأبعاد يجب تحديد مستوى الكائن الجزئي المراد العمل معه، وهي:
**Vertex (1), Segment (2), or Spline (3)**، عند النقر على أيقونة إشارة الزائد + الصغيرة الموجودة إلى اليسار من الكائن **Editable Spline** في نافذة تكديس المُعَدّلات، أو الضغط على الأيقونات الموجودة تحت الشريحة **Selection** حيث يتحول لونها إلى الأصفر كما في الشكل. كما يمكن تحديدها من لوحة المفاتيح عند الضغط على **1** و**2** و**3**. عند الانتهاء من العمل في الكائن الجزئي يجب الضغط على أيقونته مرة أخرى للخروج من التطبيق.




يسمح الخيار **Lock Handles** بتحريك مقابض جميع النقاط المحددة مع بعضها البعض عند تفعيلها، ولكن يتحرك كل مقبض بنفسه عندما يكون غير مفعّل. مع تحديد الخيارين **Lock Handles and All**، ستتحرك جميع المقابض المحددة مع بعضها البعض. يسبب الخيار **Alike** تحريك جميع المقابض الواقعة في جانب واحد مع بعضها البعض.

يحدد الخيار **Area Selection** جميع النقاط الواقعة داخل نصف قطر معرّف في المكان الذي ينقر فيه. يسمح الخيار **Segment End** (عندما يكون مفعّلاً) بتحديد نقطة ما بالنقر على القطعة، ويتم تحديد أقرب نقطة من القطعة التي تم النقر عليها. تفيد هذه الميزة عند محاولة تحديد نقطة تقع بالقرب من نقاط أخرى. يفتح الزر **Select By** مع الزرين **Segment and Spline** موجودين فيه، وهذين الزرين يسمحا بتحديد جميع النقاط سواء على شكل ثنائي الأبعاد أو على قطعة يتم اختيارها.

يسمح الخيار **Show Vertex Numbers** لإظهار جميع أرقام النقاط لشكل ثنائي الأبعاد أو لإظهار أرقام النقاط المحددة فقط. يظهر الخيار **Selected Only** أرقام النقاط **Vertex Numbers** فقط لأجل الكائنات الجزئية المحددة عند تفعيله.

في أسفل الشريحة يتم إظهار معلومات التحديد **Selection Information**، حيث تظهر عدد الأشكال ثنائية الأبعاد أو القطع والنقاط المحددة. أو عن عدد العناصر المحددة وما إذا كان الشكل ثنائي الأبعاد مغلقاً أم لا.

ملاحظة: تسمح الشريحة **Soft Selection** بتغيير الكائنات الجزئية المتجاورة غير المحددة (إلى امتداد أقل) عند تحريك الكائنات الجزئية المحددة، مما ينشئ انتقالاً ناعماً.

**ملاحظة: إن لنظام Vertex أهمية بالغة في تحديد الاتجاه للمقاطع العرضية Cross Section عند استخدام الأوامر Loft & Sweep، ويمكن التعرف عليها حيث تكون ذات لون أصفر.**
**يوضح الشكل أدناه كائن ثنائي الأبعاد بعد تحويله إلى Editable Spline، الصورة الأولى على اليسار في النمط Vertex، تم تفعيل الخيار Show Vertex Numbers، فظهرت نقطة البداية بلون أبيض بينما النقاط الأخرى بلون أصفر. الصورة الوسطى عدم تفعيل الخيار Show Vertex Numbers، والصورة الأخيرة على اليمين تم إظهار أرقام النقاط بعد أن تم استخدام الزر Reverse في النمط الجزئي Spline حيث تم عكس تسلسل الأرقام.**

## الزر Create Line

أثناء تحرير الأشكال ثنائية الأبعاد يمكن إضافة خطوط جديدة إلى الشكل بالنقر على هذا الزر ثم بالنقر في أحد المساقط. ويمكننا إضافة عدة خطوط في نفس الوقت. وعند النقر باليمين في المسقط يتم الخروج من هذا النمط. إن أية خطوط جديدة هي أشكال ثنائية الأبعاد بحد ذاتها، ولكن يمكننا دمجها مع الأشكال ثنائية الأبعاد الموجودة.

## الزر Break

عند النقر على هذا الزر ثم النقر على نقطة ما يكسر القطعة عند هذا الموضع وذلك بإنشاء نقطتين طرفيتين منفصلتين. كما يمكن من خلال هذا الزر إضافة نقطة أخرى على طول القطعة وبالتالي تجزئ القطعة إلى قطعتين. لا يمكن استخدام هذا الزر إلاّ في النمطين Vertex and Segments.

## الزرّان Attach and Attach Multiple

يتيح الزر Attach ربط أية أشكال ثنائية الأبعاد مع الشكل ثنائي الأبعاد المحدد. يتغير مؤشر الفأرة عندما تصبح فوق شكل ثنائي الأبعاد يمكن ربطه، وان النقر على كائن غير محدد يجعله جزءً من الكائن الحالي. يؤدي الخيار Reorient إلى رصف نظام الإحداثيات للشكل ثنائي الأبعاد المربوط مع نظام الإحداثيات للشكل ثنائي الأبعاد المحدد.

فمثلاً استخدام الزر Boolean يتطلب أن تكون الكائنات جزءً من نفس الكائن، ويمكن استخدام هذا الزر Attach لربط عدة أشكال ثنائية الأبعاد في نفس الكائن.

يتيح لنا الزر Attach Mult ربط عدة أشكال ثنائية الأبعاد دفعة واحدة. عند النقر على هذا الزر يفتح صندوق الحوار Attach Multiple (يشبه صندوق الحوار Select by Name)، يستخدم هذا الصندوق لتحديد الكائنات التي نريد ربطها مع التحديد الحالي. عند النقر على الزر Attach في صندوق الحوار عندما ننتهي. ويمكننا استخدام الزرين Attach and Attach Mult معاً في جميع أنماط الكائن الجزئي.

**ملاحظة:** إذا كان للشكل ثنائي الأبعاد المراد ربطه مادّة أو خامة مطبقة عليه فسيظهر صندوق حوار يعطي عدة خيارات للتعامل مع المواد Material. تتضمن هذه الخيارات: Match Material IDs to Material, Match Material to Material IDs, or Do Not Modify Material IDs or Material. وستتم تغطية تطبيق المواد في الفصل: 17 (إنشاء وتطبيق المواد القياسية مع محرر لائحة المواد Slate Material).

## الزر Cross Section

يعمل هذا الزر تماماً مثل المُعَدّل Cross Section بإنشاء أشكال ثنائية الأبعاد تمتد من شكل مقطع عرضي إلى آخر. فعلى سبيل المثال، عند إنشاء عصا لكرة القاعدة بوضع مقاطع عرضية دائرية من أجل كل تغيير في القطر ووصل كل مقطع عرضي من أحد الأطراف بالآخر. يجب أن تكون جميع المقاطع العرضية جزءاً من نفس الكائن الشكل ثنائي الأبعاد القابل للتحرير ثم وباستخدام الزر Cross Section يمكننا النقر من مقطع عرضي إلى الآخر. يتغير المؤشر عندما تصبح الفأرة فوق شكل يمكن استخدامه. عندما ننتهي من تحديد الأشكال المقاطع العرضية يمكننا النقر باليمين للخروج من النمط Cross Section.

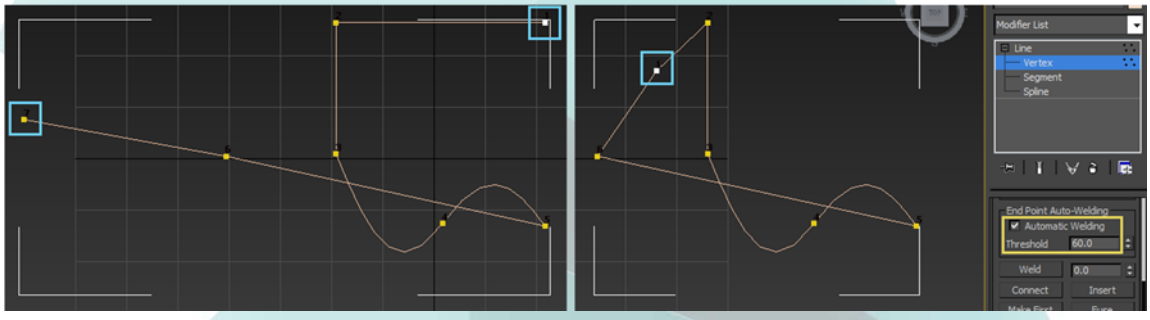
إن نوع النقاط المستخدمة في إنشاء الأشكال ثنائية الأبعاد الجديدة التي تمتد بين المقاطع العرضية المختلفة هي النوع المعّين في القسم New Vertex Type في أعلى الشريحة Geometry.

**تحذير: بالرغم من أن الأشكال ثنائية الأبعاد التي تصل المقاطع العرضية موضوعة على طول جانب شكل المقطع العرضي، إلا أنها ليست متصلة، يمكن استخدام الوظيفة Weld لوصلها.**

**بعد إنشاء الأشكال ثنائية الأبعاد، يمكن استخدام المُعَدّل Surface لتحويلها إلى سطوح ثلاثية الأبعاد.**

## الالتحام التلقائي لنقاط النهايات Auto Welding end Points

**للعمل مع السطوح نحتاج إلى شكل ثنائية الأبعاد مغلق عملياً. عند تفعيل الخيار Automatic Welding في القسم End Point Auto-Welding وتعيين القيمة Threshold وبعد تحديد نقطة احدى طرفي الشكل المفتوح فسيتم التحامها مع نقطة الطرف الآخر داخل العتبة مع بعضها البعض، مما يكون شكلاً مغلقاً ثنائي الأبعاد.**




## الزر Insert

**يضيف هذا الزر Insert نقاطاً جديدة إلى شكل ثنائي الأبعاد محدد. تضيف النقرة الواحدة نقطة Vertex من نوع Corner، ويضيف النقر مع السحب نقطة من نوع Bezier. الضغط على الزر مرة أخرى لإلغاء تفعيله. لاحظ الشكل أدناه.**

**بعد توضيع النقطة الجديدة، يمكننا إضافة نقطة أخرى بجانب النقطة الأولى وذلك بسحب الفأرة والنقر. لإضافة النقاط إلى قطع مختلفة، عند النقر باليمين لتحرير القطعة المحددة الحالية لكن نبقى في النمط Insert. وللخروج من النمط Insert، وعند النقر باليمين في المسقط مرة ثانية أو نقر الزر Insert لإلغاء تفعيله.**

## تمرين: إنشاء قبضة باب باستخدام Cross Sections

1- **النقر باليمين على أي من أزرار التبديل أو اختيار أمر القائمة: Tools ⇒ Grid and Snaps ⇒ Grid and Snap Settings، وتحديد الخيار Grid Points. ثم النقر على زر التبديل Snap (S) في شريط الأدوات الرئيسي لتفعيل القفز إلى الشبكة Grid.**
2- **تحديد أمر القائمة: Create ⇒ Shapes ⇒ Circle ونسحب من مركز الشبكة في المسقط العلوي Top لإنشاء دائرة صغيرة. نكرر هذه الخطوة لإنشاء دائرتين إضافيتين، إحداهما بنفس الحجم والأخرى أكبر.**
3- **نحدد أمر القائمة: Create ⇒ Shapes ⇒ Rectangle مع الضغط على المفتاح Ctrl أثناء السحب في المسقط العلوي Top لإنشاء مربع أصغر من الدائرة الأولى. نكرر هذه الخطوة لإنشاء مربع آخر بنفس الحجم. يصبح رصف Aligning المربعات أسهل إذا قمنا بتحديد الخيار Center في الشريحة Creation Method. نضغط على المفتاح Snap (S) لإلغاء زر القفز.**
4- **النقر على الزر Select and Move (W) في شريط الأدوات الرئيسي وسحب الأشكال في المسقط اليساري Left باتجاه الأعلى بهذا الترتيب: المربع، المربع، الدائرة الصغرى، الدائرة الكبرى، الدائرة الصغرى. نقوم بفصل المربعات بمسافة مساوية لعرض الباب ثم نقوم بنشر الدوائر إلى الخارج لتكون عرض قبضة الباب.**

5- نحدد شكل المربع السفلي ثم النقر باليمين واختيار من القائمة الرباعية المنبثقة Convert To ⇒ Convert to Editable Spline.

6- في الشريحة Geometry، يتم النقر على الزر Attach ثم تحديد الأشكال الأخرى لإضافتها إلى كائن الشكل ثنائي الأبعاد المحدد Editable Spline.

7- نقوم بتدوير Orbit المسقط المنظوري Perspective إلى أن تصبح جميع الأشكال مرئية وقابلة للتحديد بسهولة.

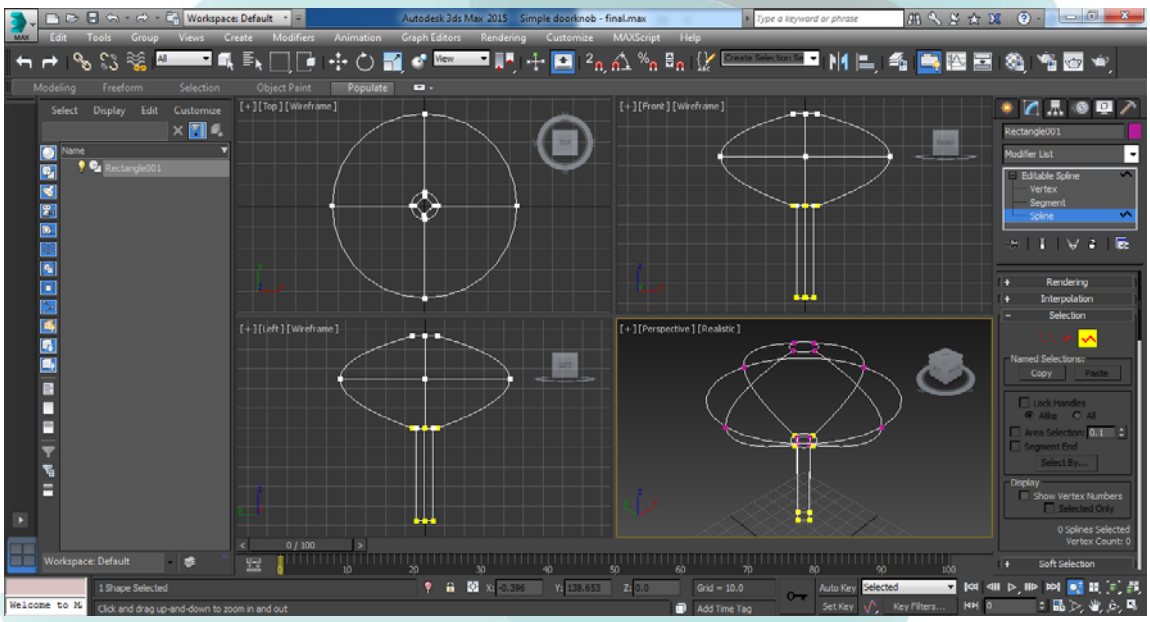
8- نحدد الخيار Linear في القسم New Vertex Type من الشريحة Geometry ثم النقر على الزر Cross Section. النقر على شكل المربع الأسفل في المسقط المنظوري Perspective متبوعاً بالشكل المربع الأعلى ثم الدائرة الصغرى السفلى. يؤدي ذلك إلى إنشاء شكل ثنائي الأبعاد يمتد بشكل خطي بين أشكال المقاطع العرضية الثلاثة هذه. ثم النقر باليمين في المسقط المنظوري Perspective للخروج من النمط Cross Section.

9- نحدد الخيار Bezier في القسم New Vertex Type ثم النقر على الزر Cross Section مرة أخرى. النقر على شكل الدائرة السفلى في المسقط المنظوري Perspective متبوعاً بشكل الدائرة الكبرى ثم بالدائرة الصغرى العليا. يؤدي ذلك إلى إنشاء شكل ثنائي الأبعاد يمتد بنعومة بين أشكال المقاطع العرضية الثلاثة الأخيرة. النقر باليمين في المسقط المنظوري Perspective للخروج من النمط Cross Section.

**ملاحظة: بعد بناء الشكل الخارجي Spline Outline، يمكن استخدام المُعَدّل Surface Modifier لإضافة السطح إلى الكائن.**

يعرض الشكل التالي، الأشكال ثنائية الأبعاد الممتدة بين المقاطع العرضية المختلفة. توجد فائدة أساسية لمقاربة الشكل ثنائي الأبعاد القابل للتحرير وهي أننا لا نحتاج إلى ترتيب أشكال المقاطع العرضية بشكل دقيق، نحتاج فقط إلى النقر عليها بالترتيب الذي نريده.





## تحرير النقاط Editing Vertices

لتحرير نقطة ما، يتم النقر على الكائن الجزئي Vertex Subobject (1) في نافذة تكديس المُعَدّلات أو اختيار أيقونة النقاط من الشريحة Selection. بعد التحديد يمكننا استخدام أزرار التحويل في شريط الأدوات الرئيسي لتحريك وتدوير وتغيير مقاس النقطة أو النقاط. يسبب تحريك النقطة لحاق قطع الشكل ثنائي الأبعاد Spline Segments المرتبطة بها.

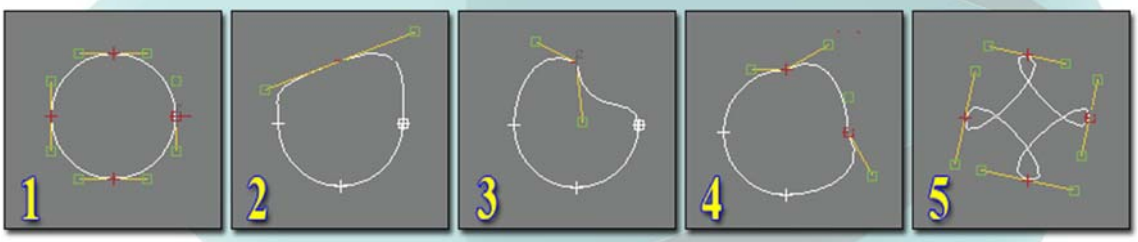
مع تحديد نقطة ما، يمكننا تغيير نوعها من Corner, Smooth, Bezier, or Bezier Corner بالنقر باليمين وتحديد النوع من القائمة الرباعية المنبثقة.

**تحذير: يضبط القسم New Vertex Type في أعلى الشريحة Geometry نوع النقطة من أجل النقاط الجديدة المنشأة عندما تنسخ القطع أو الأشكال ثنائية الأبعاد مع ضغط Shift، أو من أجل النقاط الجديدة المنشأة باستخدام الزر Cross Section. لا يمكن استخدام هذه الخيارات لتغيير نوع النقطة من أجل نقاط موجودة بالأصل.**

إن تحديد نوع النقطة Bezier أو Bezier Corner يظهر مقابض خضراء اللون على جانبي النقطة. وان سحب هذه المقابض بعيداً عن النقطة يغير من انحناء القطعة. في نوع النقاط Bezier يكون المقبضان على نفس الخط، لكن لا تكونان كذلك في النوع Bezier Corner مما يسمح بإنشاء زوايا حادة.

**ملاحظة: إن ضغط المفتاح Shift أثناء النقر والسحب على مقبض ما يسبب تحريك المقبض بشكل مستقل من المقبض الآخر مما يحول النقطة إلى النوع Bezier Corner بدلاً من Bezier. يمكننا استخدام هذه العملية لإنشاء نقاط زوايا حادة.**

يوضح الشكل التالي، كيف تعمل مقابض النوعين Bezier, Bezier Corner. تظهر الصورة الأولى جميع نقاط الدائرة وهي محددة حيث يمكننا رؤية المقابض تمتد على جانبي كل نقطة. تظهر الصورة الثانية ما يحدث للدائرة عند تحريك أحد المقابض، تتحرك مقابض نقاط Bezier معاً بحيث أن تحريك أحدها باتجاه الأعلى يسبب تحريك الآخر باتجاه الأسفل. تظهر الصورة الثالثة نقطة Bezier Corner حيث يمكن للمقابض أن تتحرك بشكل مستقل لإنشاء نقاط حادة. تظهر الصورة الرابعة تحريك نقطتين Bezier Corner مع تفعيل الخيارين Lock Handles and Alike، يسبب ذلك تحريك المقابض الواقعة على يسار النقاط مع بعضها البعض. أما الصورة الأخيرة ففيها تم تحديد الخيارين Lock Handles and Alike مما سبب تحريك جميع مقابض النقاط مع بعضها البعض.

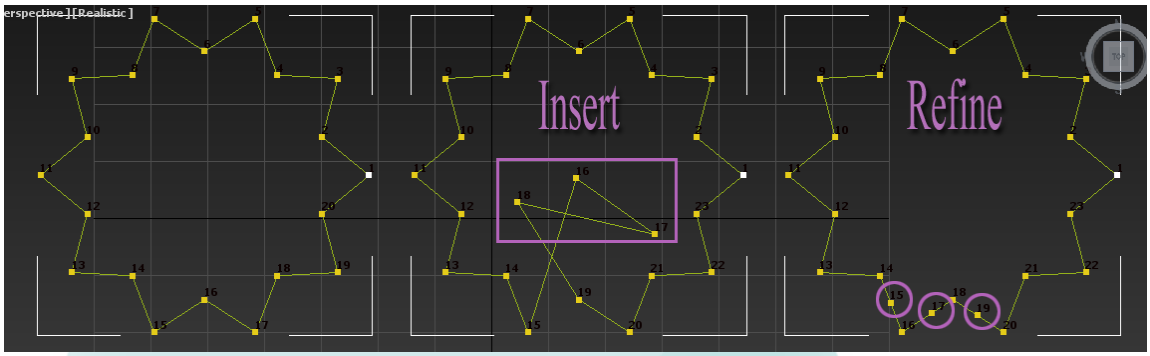



تتضمن القائمة الرباعية Quad Menu أيضاً الأمر Reset Tangents. يعيد هذا الخيار المماسات إلى اتجاهها الأصلي قبل تحريك المقابض.

## الزر Refine

يسمح لنا هذا الزر بإضافة نقاط إلى الشكل ثنائي الأبعاد دون تغيير الانحناء، مما يعطي تحكماً أكبر على تفاصيل الشكل ثنائي الأبعاد. لاحظ الشكل أدناه. مع تحديد الزر Refine، النقر فقط على الشكل ثنائي الأبعاد حيث نرغب بإضافة النقطة.

يجعل الخيار Connect الشكل ثنائي الأبعاد الجديد خارج النقاط المضافة. يوفر ذلك طريقة لنسخ جزء من شكل ثنائي الأبعاد موجود. ينشئ الخيار Linear نقاطاً من نوع Corner مما ينتج قطعاً مستقيمة خطية. يغلق الخيار Closed الشكل ثنائي الأبعاد بوصل النقطتين الأولى والأخيرة. يربط الخياران Bind First،Bind Last النقطة الأولى والنقطة الأخيرة بمركز النقطة المحددة. يكون الأمر Refine متاحاً فقط مع النمطين Vertex and Segment Subobject modes.

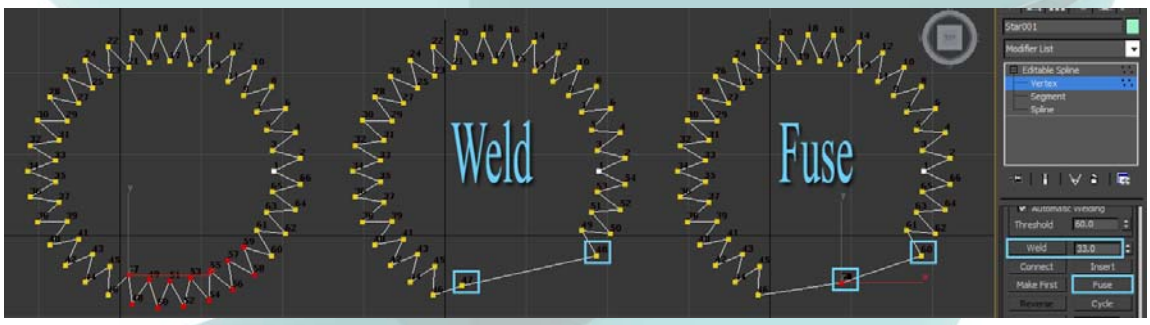



## الزرّان Weld and Fuse

عند تحديد نقطتين موجودتين داخل عتبة التحام Weld Threshold معينة، فيمكن التحامهما في نقطة واحدة باستخدام الزر Weld. ويمكن التحام عدة نقاط في وقت واحد بشرط أن تكون متسلسلة الأرقام حيث أنه يقوم بحذف النقاط ودمجها بحيث تكون نقطة واحدة. توجد طريقة أخرى لالتحام النقاط وهي بتحريك نقطة إلى فوق نقطة أخرى، فاذا كانت ضمن مسافة العتبة سيظهر صندوق حوار ليسألنا ما إذا كنا نريدهما أن يلتحما. عند النقر على الزر نعم Yes لالتحام النقطتين.

**تحذير: يستخدم الزر Weld فقط عند لحم نقاط نهاية الشكل Spline End Points.**

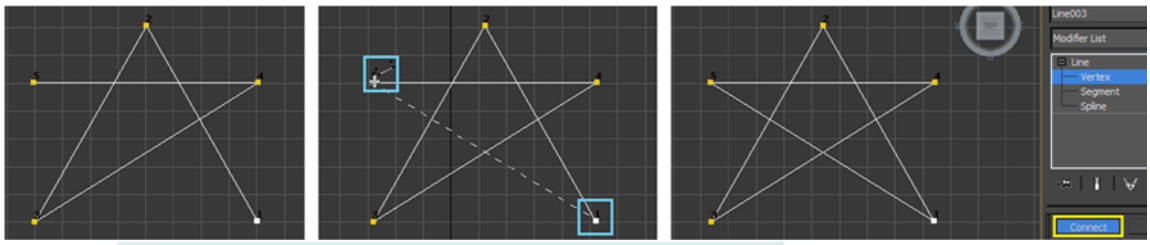
أما الزر Fuse فيقوم بوضع النقاط المحددة فوق بعضها وان كانت غير متسلسلة ولا يحذف أي منها وإنما تظهر كنقطة واحدة. كما في الشكل، لاحظ تسلسل أرقام النقاط المحددة قبل الضغط على الأزرار وبعدها. تظهر الصورة على اليمين شكلاً نجمياً مع تحديد نقاطه السفلى. الصورة الوسطى تظهر التحام النقاط المحدد مع بعضها البعض باستخدام الزر Weld، أما الصورة اليسارية فتظهر الشكل النجمي بعد تطبيق الأمر Fuse على النقاط المحددة. تظهر الشريحة Selection 13 نقطة محددة للنسخة المندمجة.




يمكننا باستخدام الزر Fuse تحريك النقاط المحددة إلى موضع واحد، ويتم إنجاز ذلك بتحديد جميع النقاط المراد تغيير مكانها والنقر على الزر Fuse. تصبح النقطة الوسطية بين جميع النقاط المحددة هي الموضع الجديد، ويمكننا دمج هذه النقاط في نقطة واحدة بالنقر على الزر Weld.

## الزر Connect

يتيح هذا الزر وصل النقاط الطرفية مع بعضها البعض لإنشاء خط جديد. وتتم هذه العملية على النقاط الطرفية فقط وليس على النقاط المتصلة داخل الشكل ثنائي الأبعاد. يتم النقر على الزر Connect ثم سحب المؤشر من احدى النقاط الطرفية (النقطة رقم 1 في المثال أدناه باستخدام الشكل Line) إلى الأخرى (النقطة رقم 5) حيث يتغير المؤشر إلى إشارة (+) عندما يصبح فوق نقطة طرفية صالحة، ثم يحرر المؤشر، وهنا يرسم خطاً منقطاً وعند التحرير يصبح خطاً اعتيادياً ويكتمل الشكل ويصبح مغلقاً. كما في المثال.



## الزر Make First

يظهر الخيار Show Vertex Numbers الموجود في الشريحة Selection رقم كل نقطة، ويتم التعرف على النقطة الأولى بمربع يحيط بها. يتيح لنا هذا الزر Make First تغيير أي نقطة (ذات المربع الأصفر اللون) في الشكل المغلق وجعلها النقطة الأولى (ذات المربع الأبيض اللون) التي تحمل الرقم (1)، إذا كان التحديد لأكثر من نقطة واحدة فسيتجاهل البرنامج 3ds Max هذا الأمر، وكذلك الشكل المفتوح فيمكن تغيير رقم النقطتين الطرفية فقط ولا يمكن تغيير باقي النقاط.

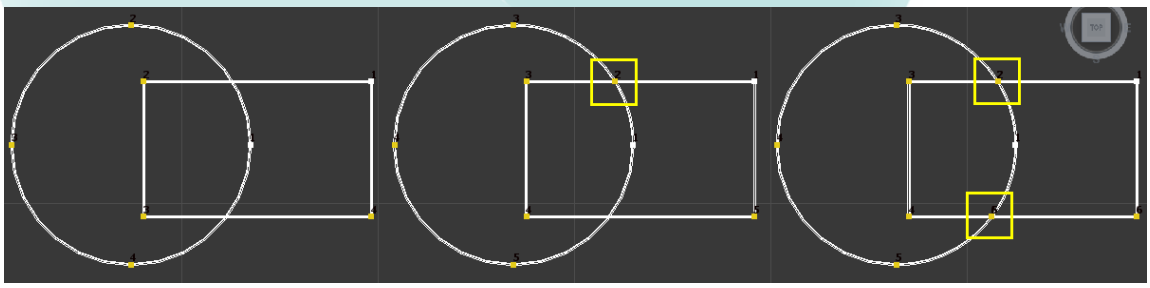
**ملاحظة: إن رقم النقطة مهم لأنه يحدد المفتاح الأول لحركات المسار Path Animations ومكان بدء التطبيق لكائنات Loft.**

## الزر Cycle

إذا تم تحديد نقطة واحدة فسيسبب هذا الزر تحديد النقطة التالية في ترتيب أرقام النقاط. يمكن استخدامه على الأشكال ثنائية الأبعاد المفتوحة والمغلقة، ويمكن تكراره حول الشكل ثنائية الأبعاد. يتم إظهار عدد النقاط الصحيح في أسفل الشريحة Selection، وهذا مفيد جداً لتحديد موضع النقاط المنفردة في المجموعات المتقاربة من بعضها البعض مثل المجموعات التي تم صهرها بالأمر Fuse.

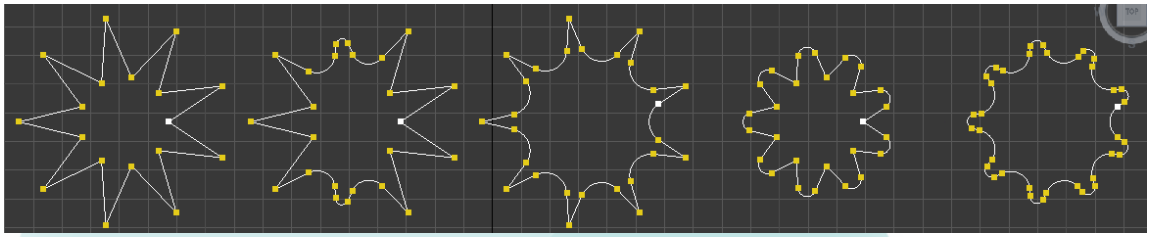
## الزر CrossInsert

في حال وجود شكلين ثنائيي الأبعاد يكونان جزءاً من نفس الكائن ومتداخلين (تم رسمهما عندما يكون الخيار Start New Shape غير مفعل)، يمكن استخدام هذا الزر لإنشاء نقطة على كل شكل ثنائي الأبعاد عند موضع تقاطعهما. يجب إن تكون المسافة بين الشكلين أقرب من قيمة العتبة Threshold لهذه العملية. إن هذا الزر لا يربط الشكلين بينما الزر Weld يمكنه الربط. بعد اختيار هذا الزر CrossInsert نضغط بالمؤشر على نقطة تقاطع الشكلين فيتم إنشاء نقطة جديدة وبهذا يتغير تسلسل أرقام النقاط في الشكلين. كما في الصورة.



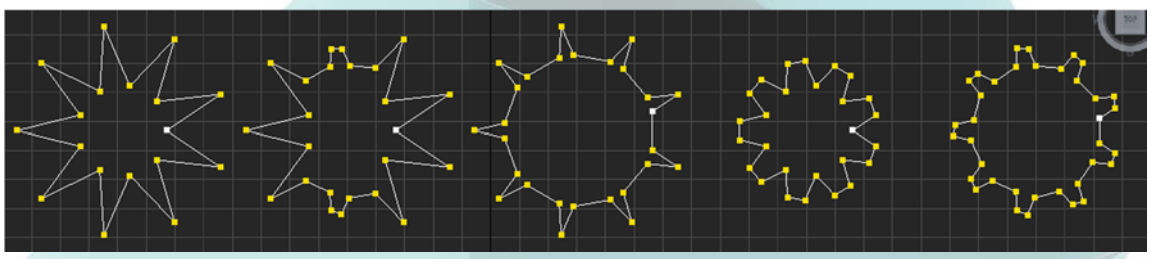
## الزر Fillet

يستخدم هذا الزر لاستدارة زوايا شكل ثنائي الأبعاد عند التقاء حافتين منه. لاستخدام هذا الأمر يتم النقر على الزر Fillet ثم السحب على نقطة الزاوية في المسقط. كلما سحبنا أكثر كلما كانت الاستدارة أكبر. كما يمكن أيضاً إدخال قيمة لهذا الزر بعد تحديد عدة نقاط. كل نقطة زاوية عند الاستدارة تنتج نقطتين. كما في الشكل التالي.



## الزر Chamfer

يعمل هذا الزر بشكل مشابه للزر Fillet باستثناء أنه يقوم باستبدال الزوايا بقطع مستقيمة بدلاً من المنحنيات الناعمة. كما في الشكل التالي.



## الزرّان Tangent Copy and Tangent Paste

ويستخدمان لنسخ مواضع المقابض للنقاط من النوعين Bezier & Bezier Corner. حيث يتم تحديد المقبض المراد نسخه ثم الضغط على Copy ثم تحديد النقطة المراد وضع المقبض عليها ثم الضغط على Paste. ينسخ الزر Paste Length طول المقبض مع اتجاهه إذا كان مفعّلاً.

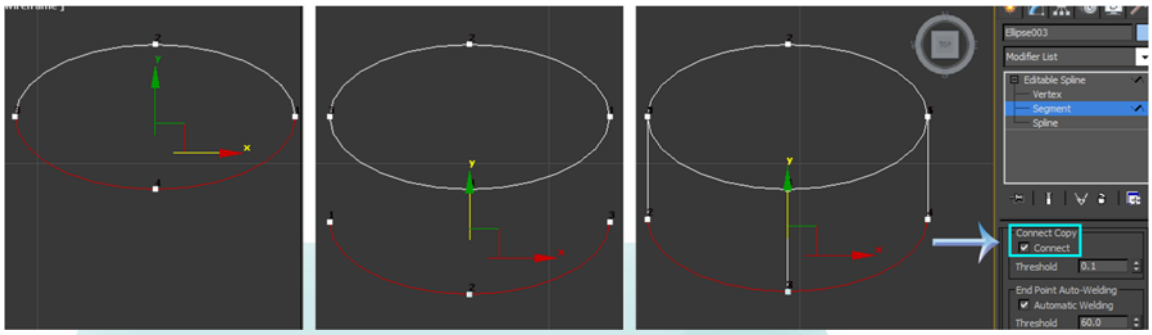
## الزرّان Hide and Unhide All

ويستخدمان لإخفاء وإلغاء إخفاء الأشكال ثنائية الأبعاد. ويستخدمان مع أي نمط كائن جزئي.

## الزرّان Bind and Unbind

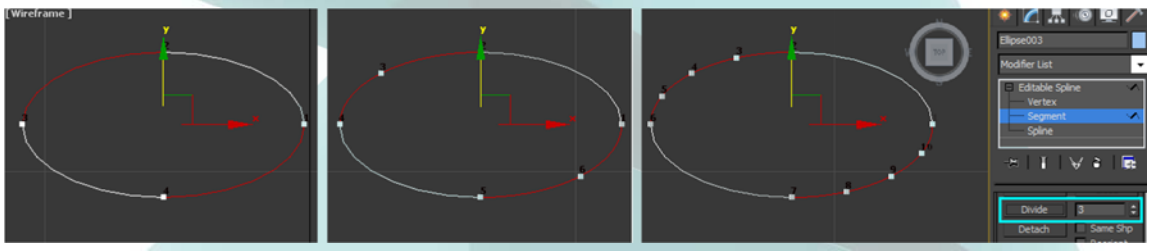
يربط الزر Bind نقطة طرفية بقطعة. لا يمكن بعد ذلك تحريك النقطة المرتبطة بشكل مستقل بل فقط كجزء من القطعة المرتبطة معها. يحذف الزر Unbind ربط النقطة ويسمح لها بالتحرك بشكل مستقل مرة أخرى.

في الشكل أدناه تم إنشاء الشكل NGon ثم تحويله إلى Editable Spline، تم تحديد النقطة (داخل المربع الأزرق) ثم فصلها عن الشكل باستخدام الزر Break. بعد ذلك وبالنقر على الزر Bind وسحب النقطة باتجاه القطعة المقابلة وتغير شكل المؤشر، تم ربط النقطة بالقطعة. إن أية حركة للشكل ككل تبقى النقطة مرتبطة بالقطعة.



## الزر Divide

عند تحديد قطعة ما يصبح هذا الزر فعّالاً، وعند الضغط عليه يضيف عدد النقاط المعينة في القيمة بجانبه إلى القطعة المحددة أو عدة قطع محددة. كما في الشكل.

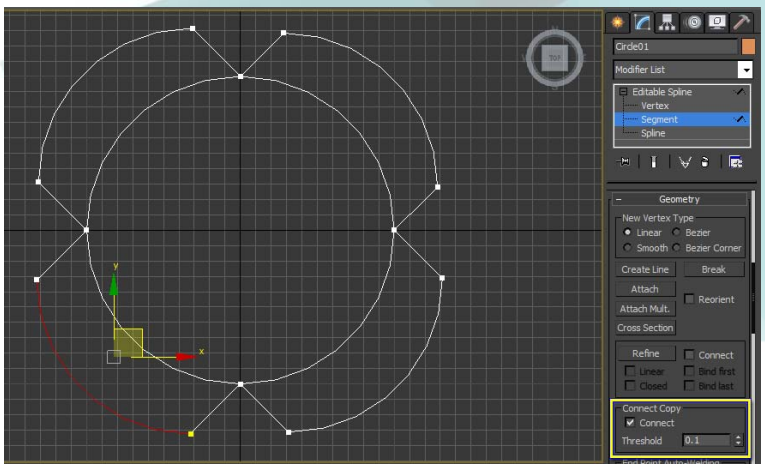


## الزر Detach

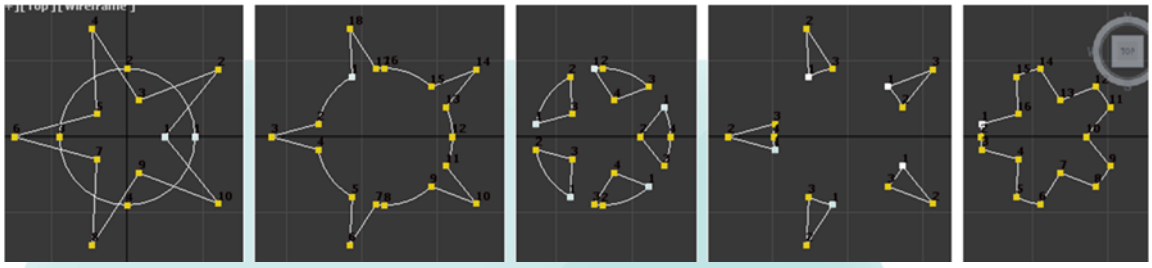
يفصل هذا الزر الكائنات الجزئية المحددة عن بقية الكائن (بعكس الزر Attach). عند النقر عليه يظهر صندوق حوار لتسمية الكائن المفصول. عند تحديد الخيار Same Shape يبقي الأجزاء المفصولة جزءاً من الكائن الأصلي. يعيد الخيار Reorient رصف الكائن المفصول ليتطابق مع موضع واتجاه الشبكة الحالية الفعّال. ينشئ الخيار Copy نسخة جديدة من الكائن الجزئي المفصول. يمكن اختيار الفصل سواء على الكائنات الجزئية (3) Spline أو (2) Segment.

## تمرين: إنشاء زهرة بسيطة

1. نحدد الكائن: Create ⇒ Shapes ⇒ Circle، ثم السحب في السقط العلوي Top لإنشاء شكل دائري بسيط.
2. النقر باليمين على الدائرة ونختار Convert to ⇒ Convert to Editable Spline لتحويل الشكل.
3. في نافذة تكديس المُعَدّلات، نحدد نمط الكائن الجزئي Segment (2)، وتفعيل الخيار Connect في القسم Connect Copy.
4. نحدد احدى قطع الدائرة، ومع ضغط المفتاح Shift نسحبها بعيداً عن الدائرة، ثم نكرر هذه الخطوة من أجل كل قطعة. كما في الشكل.

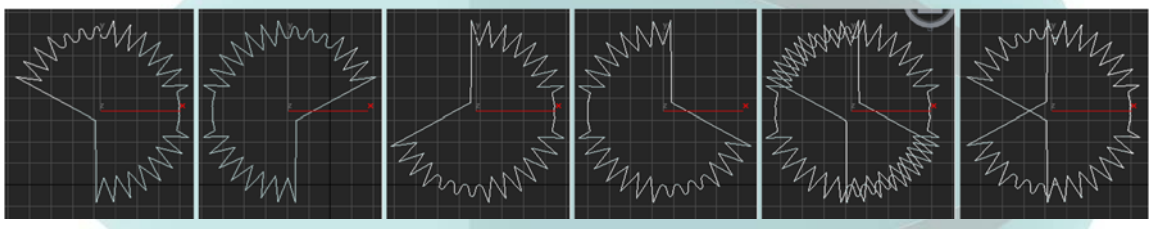


لتصبح شكل واحد ثنائي الأبعاد، أو طرح Subtraction منطقة التداخل، أو رمي كل شيء باستثناء منطقة التداخل (التقاطع Intersection). لاحظ ما يمكن صنعه من أشكال مختلفة في الشكل التالي.



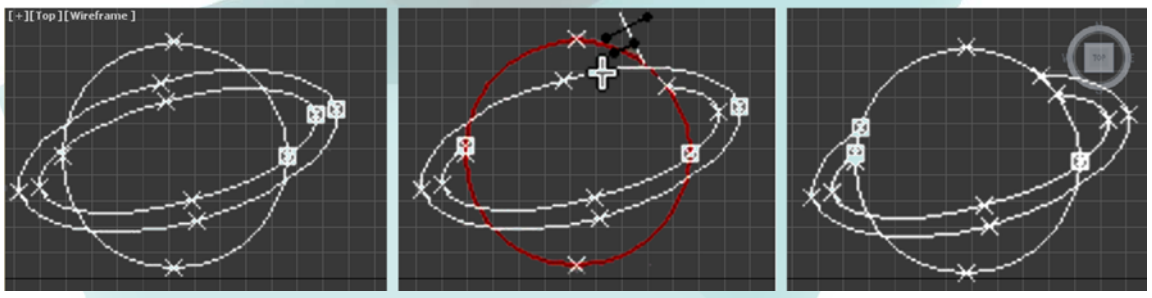
## الزر Mirror

يستخدم هذا الزر لعكس شكل ثنائي الأبعاد أفقياً Mirror Horizontally أو عمودياً Mirror Vertically أو وفق المحورين Mirror Both. الخيار Copy لإنشاء ثنائي الأبعاد جديد معكوس. يسبب الخيار About Pivot إكمال عملية العكس وفق محاور نقطة الارتكاز Pivot Point Axes. لاحظ ما يمكن صنعه من أشكال مختلفة في الشكل التالي.



## الزرّان Trim and Extend

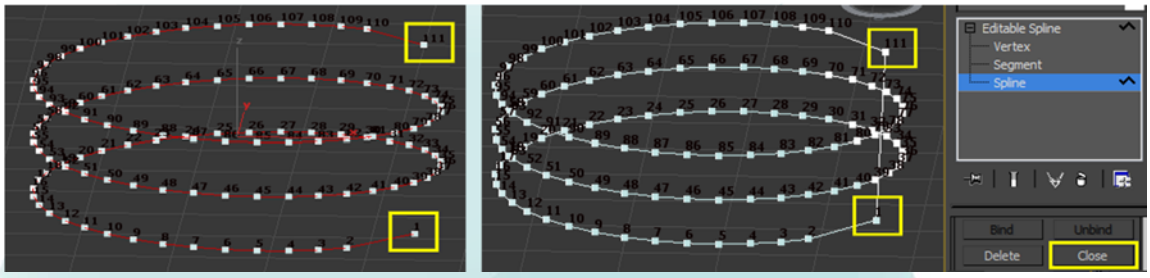
يقتطع الزر Trim أي جزء ممتد بين شكلين ثنائيي الأبعاد متداخلين، ويجب أن يكون الشكلان جزءً من نفس الكائن. لاحظ الشكل التالي الذي يشبه كوكب زحل.




أما الزر Extend بطريقة معاكسة، حيث يقوم بتطويل نهاية الشكل ثنائي الأبعاد إلى أن يصادف تقاطعاً ما (يجب وجود قطعة ما). يعمل الخيار Infinite Bounds مع الزريين معاً، حيث يتعامل مع جميع الأشكال المفتوحة لغرض العثور على نقطة تقاطع.

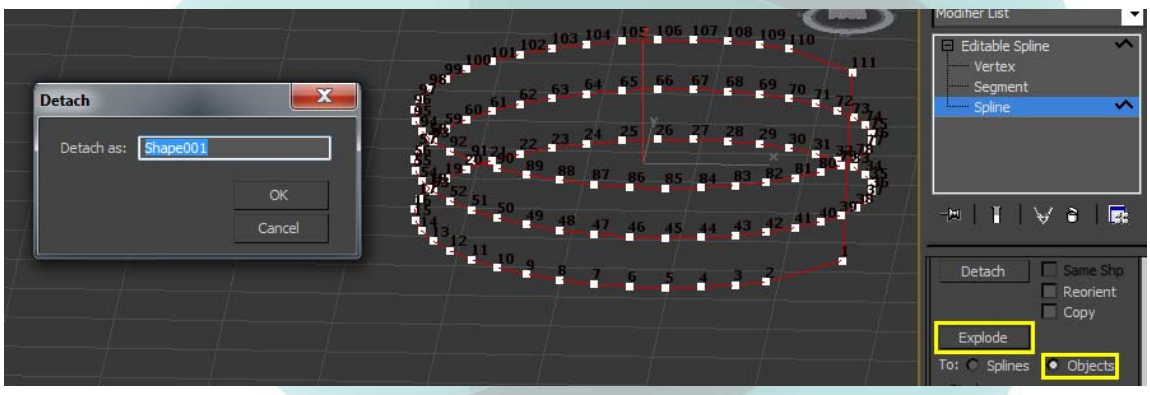
## الزر Close

يكمّل هذا الزر شكلاً ثنائي الأبعاد مفتوحاً وينشئ شكلاً مغلقاً بوصل قطعة بين نقطتي البداية والنهاية. وهو مشابه للميزة Connect في النمط Vertex والتي تستطيع وصل نقطة طرف أحد الأشكال ثنائية الأبعاد مع نقطة طرف شكل ثنائي الأبعاد آخر جزء من نفس الشكل Editable Spline. كما في الشكل الحلزوني.




## الزر Explode

يطبق هذا الزر الأمر Detach على جميع الأشكال ثنائية الأبعاد ككائنات جزئية دفعة واحدة. فهو يفصل كل قطعة إلى شكل ثنائي الأبعاد منفصل، وهو ما يشبه التفجير وهنا سوف يظهر صندوق حوار لتسمية القطع المنفصلة (عند اختيار Object).



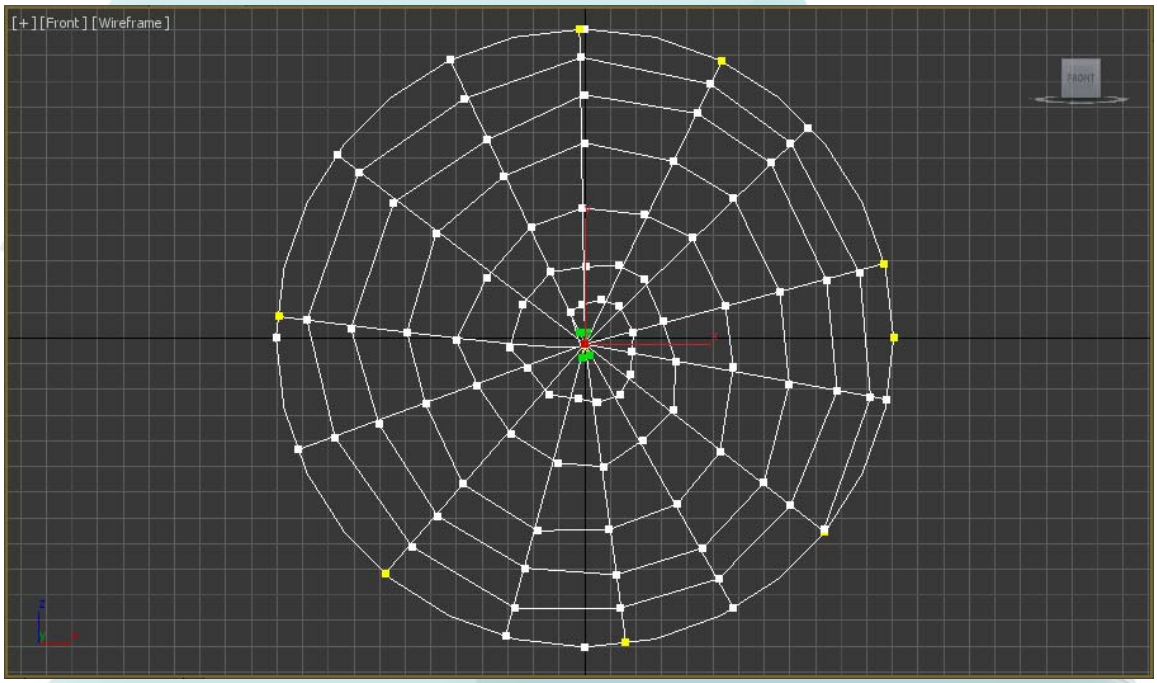

## تمرين: تدوير شبكة عنكبوت Spinning a Spider's Web

1- تحديد الأمر: Create ⇒ Shapes ⇒ Circle والسحب في المسقط الأمامي Front لأنشاء دائرة كبيرة كإطار للشبكة.
2- تحديد الكائن الجزئي Spline Subobject Mode (3) في نافذة تكديس المُعَدّلات للدخول في نمط الكائن الجزئي Spline.
3- النقر على الزر Create Line في الشريحة Geometry والنقر في مركز الدائرة والنقر مرة ثانية خارجها لإنشاء خط. النقر باليمين الآن لإنهاء الخط عندما نصل إلى حافة الدائرة. نكرر هذه الخطوة 12 مرة لرسم خطوط شعاعية. النقر بعد ذلك باليمين مرة أخرى للخروج من النمط Create Line.
4- تحديد الخيار 2D Snaps Toggle في شريط الأدوات الرئيسي، والنقر باليمين عليه وتفعيل الخيارين Vertex and Edge/Segment في صندوق الحوار Grid and Snap Settings. نعود إلى النمط Create Line، والنقر على مركز الدائرة وإنشاء خطوطاً في نقش حلزوني بالنقر على كل خط قطري يتقاطع معه. ثم النقر باليمين لإنهاء الخط عندما نصل إلى حافة الدائرة. ثم النقر باليمين في المسقط للخروج من النمط Create Line.

5- تحديد الشكل الدائري والنقر على الزر **Trim**. ثم النقر على كل قطعة خط على الجزء الذي يمتد خلف الدائرة. يؤدي ذلك إلى اقتطاع الخطوط القطرية من حواف الدائرة. النقر على الزر **Trim** مرة ثانية للخروج من النمط.

6- نغير إلى نمط الكائن الجزئي **Vertex (1)** في نافذة تكديس المُعَدّلات. يتم الضغط على الزر **Snaps** لإطفائه. نحدد الآن جميع النقاط في مركز الدائرة والنقر على الزر **Fuse**.

يظهر الشكل التالي شبكة العنكبوت النهائية.



# الفصل / 26
# ضبط المسقط المنظوري مع صورة الخلفية
# MATCHING PERSPECTIVE TO BACKGROUND IMAGES

عندما يتم إنشاء مشهد ثلاثي الأبعاد 3D، وهو شائع للبدء مع جميع الكائنات وبعد ذلك نضيف صورة خلفية Background Image بعد انتهاء المشهد. يكون هذا العمل جيد إذا كان المشهد في السماء أو في الفضاء وليس هناك مستوي أرضي، لأنه قد يسبب بعض المشاكل إذا كانت الصورة الخلفية لها بعض المعالم المؤكدة.

تستخدم الميزة Perspective Match، لتمكننا من ترتيب المشهد إلى الصورة الخلفية ومطابقتها بدون الكثير من إعادة العمل. يمكننا أيضاً استخدام المواد Matte/Shadow Materials لعمل إسقاط ظلال الكائنات إلى الخلفية.

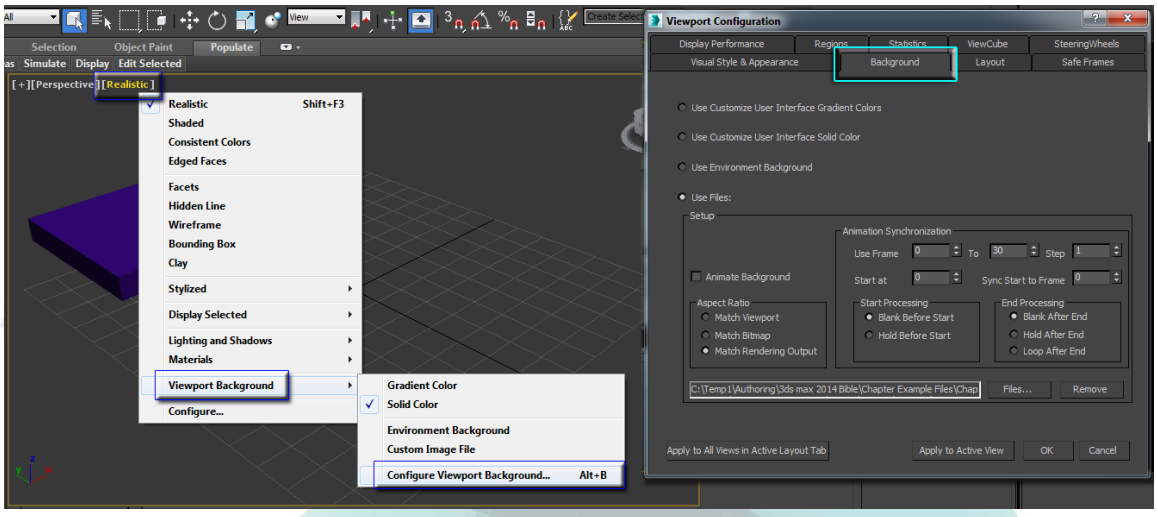
## تحميل صورة خلفية وكاميرا Loading a Background Image and Camera

قبل أن نتمكن من مطابقة صورة الخلفية إلى المشهد، نحتاج لتحميل صورة الخلفية ومكان الكاميرا في المشهد. تضع الميزة Perspective Match الأماكن الحقيقية وتوجيه كاميرا المشهد لتتطابق مع الخلفية. إذا كان التطابق جيداً، تكون نهايات الكاميرا الافتراضية بوضع نسبة إلى صورة الخلفية في موقع مشابه للكاميرا الفعلية التي استخدمت لالتقاط صورة الخلفية.

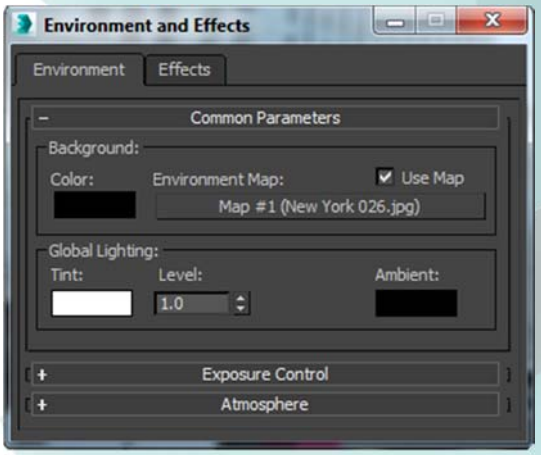
إن اختيار صورة الخلفية الصحيحة تجعل الاختلاف كبير في قدرتنا لإكمال التطابق الناجح. يجب البحث عن خلفية لها نقطة زوال Vanishing Point واضحة. ويساعدنا أيضاً أن تكون لدينا صورة تحتوي الكثير من الخطوط المستقيمة (مثل البنايات) لنتمكن من قياس المنظور Gauge the Perspective. يعرض الشكل مثال لعرض خلفيتين. الصورة على اليسار ستكون صعبة في عملية التطابق ليس فيها خطوط مستقيمة. بينما الصورة على اليمين، فيها خطوط عمودية في البناية التي يمكننا أن نصطف معها، وحواجز الشارع تختفي مع المسافة، يجعل ذلك الأمر سهلاً لعمل تطابق جيد.

بالرغم من أننا يمكن تحميل صورة الخلفية إلى المسقط المنظوري Perspective Viewport، إلاّ أن الاختيار الأفضل هو إضافة كاميرا إلى المشهد واستخدام مسقط الكاميرا Camera Viewport. يجب أن تكون الكامرة حرة Free Camera لكي نتمكن من تدويرها بحرية لعمل تطابق المنظور.

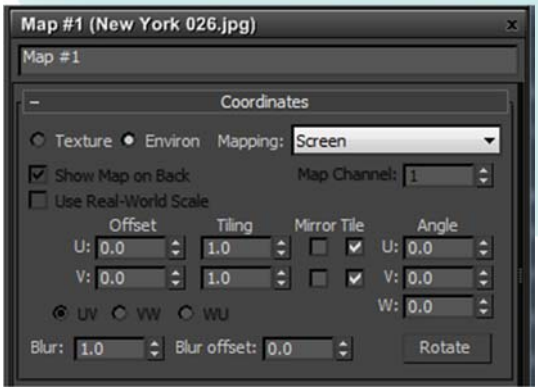
بعد إضافة الكاميرا الحرة إلى المشهد وتحديد مسقط الكاميرا، يمكننا استخدام اللوحة **Background** في صندوق الحوار **Viewport Configuration** لإضافة صورة الخلفية إلى المسقط. ويمكن الدخول إلى صندوق الحوار هذا بالنقر على قائمة التظليل **Shading viewport label** في اعلى مسقط الكاميرا ومن القائمة المنبثقة نختار: **Viewport Background ⇒ Configure Viewport Background (Alt +B)**. كما في الشكل.




ضمن اللوحة **Background**، نحدد الخيار **Use Files** وكذلك نؤكد تحديد الخيار **Match Rendering Output**، ثم النقر على الزر **Files**، وتحميل صورة الخلفية المطلوبة. النقر على الزر **OK** لإغلاق صندوق الحوار، وهنا تظهر صورة الخلفية في المسقط. يعمل الخيار **Use Files** بصورة كبيرة ويعطينا بعض التحكم على صورة الخلفية، لكن إذا أردنا معالجة إظهار الخلفية، نحتاج لتطبيقها كخريطة بيئة **Environment Map**.




لإعداد صورة خلفية كخريطة بيئة **Environment Map**، نفتح صندوق الحوار: **Rendering ⇒ Environment ⇒ Environment and Effects** أو بالضغط على مفتاح الرقم 8. كما في الشكل. في الشريحة **Common Parameters**، يتم تفعيل الخيار **Use Map**، النقر على الزر **Environment Map**، ويحدد مكان تحميل صورة الخلفية. وهذا يحمل موافقة لأبعاد الصورة، ولكن قياس صورة الخلفية من المحتمل أن يكون غير مطابق لأبعاد المسقط.

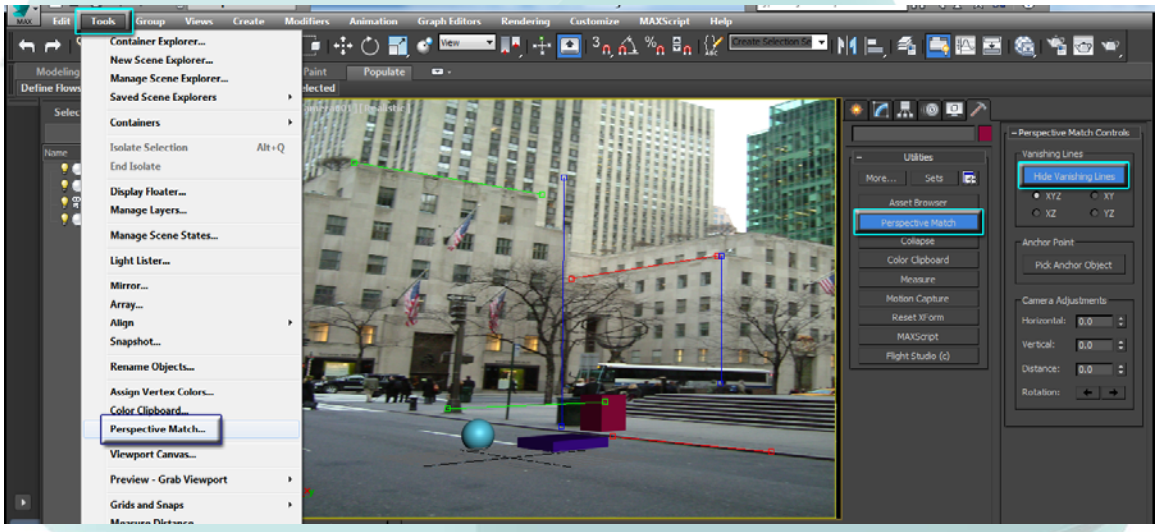


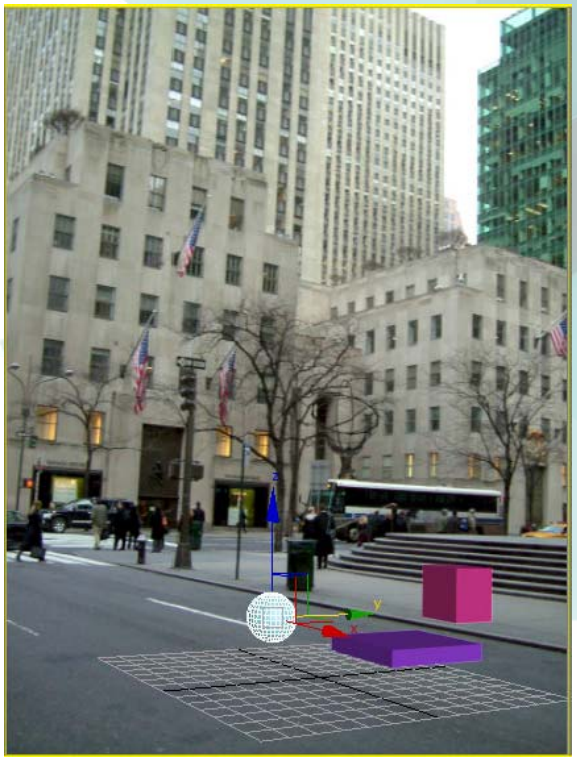

لتصحيح القياس، نفتح محرر لائحة المواد **Material Editor** وسحب الزر **Environment Map** إلى محرر المواد. وهذا يعرض خريطة البيئة كعقدة **Node**. النقر مرتين على هذه العقدة، وفي الشريحة **Coordinates**، نحدد الخيار **Environ**، ونغير خيار وضع الخريطة **Mapping** إلى خيار الشاشة **Screen**. وهذا يقيس صورة الخلفية ويلائمها مع أبعاد الشاشة. وكذلك تتزامن الصورة إلى الشاشة حيث إذا تغيرت الشاشة، يتغير قياس صورة الخلفية معها.

## مطابقة المنظور Perspective Matching مع صورة الخلفية Background Image

بعد تحميل صورة الخلفية، يمكننا تحديد الميزة Perspective Match من القائمة: Tools ⇒ Perspective Match. تظهر متحكمات الوسيلة Perspective Match Utility في اللوحة Utilities في لوحة الأوامر Command Panel. إذا تم تفعيل الزر Hide Vanishing Lines في الشريحة Perspective Match Controls، نلاحظ ظهور خطوط التطابق لمحاور المشهد وهي: خطان أحمران، خطان أخضران وخطان أزرقان.

بتحديد الخطوط وسحبهم، يمكننا تحريكهم حول المشهد، أو سحب نقطة نهاية Endpoint وتغيير توجيهها. تحريك وتوجيه كل خطوط الهيكل Gizmo Lines حتى تتطابق صورة الخلفية. تقابل الخطوط الحمراء المحور X، وتقابل الخطوط الخضراء المحور Y، وتقابل الخطوط الزرقاء المحور Z. بصورة نموذجية يجب أن تكون الخطوط الزرقاء عمودية في المشهد. يعرض الشكل التالي، صورة خلفية مع خطوط الهيكل التي وضعت باصطفاف مع ميزات الخلفية.



بعد وضع خطوط الهيكل Gizmo Lines بشكل صحيح، تتوجه الكاميرا بشكل صحيح، لكن موقعها بالنسبة إلى المشهد غير مضبوط، وهنا يمكننا استخدام متحكمات تعديل الكاميرا Camera Adjustment Controls في الشريحة Perspective Match Controls لتعديل موقع الكاميرا. إن مستوي الشبكة Grid Plane هو أفضل طريقة للتحكم بتطابق المشهد. الطريقة الأخرى للتحكم بموقع الكاميرا بتحديد كائن معين في المشهد يمثل كنقطة مدار الكاميرا Camera's Pivot Point. لتحديد مثل هذا الكائن، النقر على الزر Pick Anchor Point وتحديد كائن ما في المشهد.

**ملاحظة:** إذا كانت الشبكة العامة الافتراضية غير مرئية Home Grid، يمكننا إظهارها On أو إخفاؤها Off باستخدام القائمة: Tools ⇒ Grids and Snaps ⇒ Show Home Grid (G).

بعد تعديل الكاميرا، يمكننا إضافة الكائنات إلى المشهد، ومنظورهم سيطابق صورة الخلفية، كما في الشكل.

الشيء الأخير يجب تدقيقه قبل معالجة إظهار المشهد، نسبة الطول إلى العرض Aspect Ratio في صندوق الحوار Render Setup، وهو يجب أن يطابق صورة الخلفية. إذا كانت قيم الطول Height والعرض Width مساوية إلى حجم نقاط Pixel Values صورة الخلفية، ستكون النسبة Aspect Ratio ذاتها.

## تمرين: مطابقة منظور الصورة الخلفية Perspective Matching a Background

إن القوة الحقيقية لميزة تطابق المنظور Perspective Match هي في الوقت الذ ي نرغب فيه بإضافة عناصر شخصيات مجسمة CG Elements إلى صورة خلفية. في هذا المثال، سنضع الالة الموسيقية Xylophone في شرفة المنزل عند غروب الشمس. ولعمل ذلك نتبع الخطوات التالية:

1- يتم إنشاء مشهد بسيط يحتوي الالة الموسيقية Xylophone.
2- يتم تحديد كاميرا حرة، والنقر على المسقط العلوي لإضافة الكاميرا إلى المشهد. ثم تحديد المسقط المنظوري والضغط على المفتاح C للتبديل إلى مسقط الكاميرا.
3- نفتح صندوق الحوار Environment and Effects (8). تفعيل الخيار Use Map، والنقر على الزر Environment Map، النقر مرتين على الخيار Bitmap في المتصفح Material/Map Browser، وتحديد مكان وتحميل ملف الصورة Sunset at Cabin.jpg File.
4- نفتح محرر لائحة المواد Slate Material Editor (M). نسحب خريطة البيئة Environment Map من صندوق الحوار Environment and Effects إلى نافذة محرر لائحة المواد. نحدد الخيار Instance من صندوق الحوار Instance (Copy) الذي يظهر، النقر مرتين على عقدة الخريطة Map Node الجديدة. في الشريحة Coordinates، نحدد الخيار Environ، ونغير خيار وضع الخريطة Mapping إلى خيار الشاشة Screen. ثم إغلاق محرر المواد وصندوق الحوار Environment and Effects.
5- نكبر مسقط الكامرة، واختيار الأمر: Tools ⇒ Perspective Match. تفعيل الخيار Show Vanishing Lines في الشريحة Perspective Match Controls، وضع الخطوط الحمراء، الخضراء والزرقاء مطابقة للمحاور X, Y, and Z في المسقط، مع تثبيت الخطوط الزرقاء بشكل عمودي.
6- إذا كانت الشبكة العامة مخفية فنضغط على المفتاح (G) لإظهارها. نستخدم إعدادات تعديل الكاميرا Camera Adjustment لمطابقة الشبكة العامة مع مستوي الشرفة.
7- تحديد أمر القائمة: Rendering ⇒ Render ⇒ Render Setup (F10)، وإعداد: Width and Height: 800 × 600، والذي يطابق النسبة Aspect Ratio للصورة الخلفية الأصلية.

نلاحظ النتيجة النهائية بعد عملية المطابقة.

# الفصل / 27
# استخدام الإضاءات وتقنياتها الأساسية BASIC LIGHTING TECHNIQUES

تلعب الإضاءات دوراً هاماً في عملية الرؤية. حيث أنه باستخدام إضاءة عالية جداً أو منخفضة جداً فلن نتمكن في الحقيقة من رؤية أي شيء.

تدخل الإضاءة في العالم ثلاثي الأبعاد 3D World في حسابات كل معالجة للإظهار Rendering Calculation، ويواجه مصممو الصور ثلاثية الأبعاد غالباً نفس مشكلة الإضاءة العالية جداً أو المنخفضة جداً. يغطي هذا الفصل إنشاء الإضاءات في المشهد والتحكم بها في البرنامج 3ds Max.

## فهم أساسيات الإضاءة Understanding the Basics of Lighting

تلعب الإضاءة دوراً حرجاً في أي مشهد من البرنامج 3ds Max، وان فهم أساسيات الإضاءة يمكن أن يحدث فرقاً كبيراً في الشعور العام والمزاج الكلي للمشاهد المعالجة. تستخدم معظم المشاهد عملياً أحد نوعين من الإضاءات: الإضاءة الطبيعية Natural Light أو الإضاءة الاصطناعية Artificial Light.

تستخدم الإضاءة الطبيعية لأجل المشاهد الخارجية Outside وتستخدم الشمس أو القمر كمصادر ضوئية. يتم الاحتفاظ بالإضاءة الاصطناعية عادةً لأجل المشاهد الداخلية Indoor حيث توفر المصابيح الضوئية Light Bulbs هذه الإضاءات. وعلى كل حال، عند العمل مع الإضاءات، سنستخدم أحياناً إضاءات داخلية طبيعية كضوء الشمس الذي يدخل عبر نافذة ما أو إضاءات اصطناعية خارجية Outdoors كإضاءات الشوارع Streetlight. لذلك من المهم معرفة كيف نعمل مع كلا النوعين.

### الإضاءة الطبيعية والإضاءة الاصطناعية Natural and Artificial Light

إن أفضل إنشاء للإضاءة الطبيعية Natural Light هو باستخدام إضاءات تمتلك أشعة ضوئية متوازية Parallel تصدر من اتجاه واحد، ويمكننا إنشاء هذا النوع من الإضاءات باستخدام الإضاءة المباشرة Direct Light. تتعلق شدة الإضاءة الطبيعية أيضاً بالوقت والتاريخ وموضع الشمس، ويمكننا التحكم بهذه الشدة بشكل دقيق في البرنامج 3ds Max باستخدام أحد النظامين: الإضاءة الشمسية Sunlight System أو الإضاءة النهارية Daylight System.

يمكن أن يشكل الطقس اختلافاً في لون الإضاءة. ففي الطقس الصحو، يكون لون إضاءة الشمس أصفر باهت، ومع وجود الغيوم، يكتسب ضوء الشمس صبغة زرقاء، وفي الظلام أو في الطقس العاصف، يصبح ضوء الشمس رمادياً غامقاً. إن ألوان الإضاءة عند شروق الشمس Sunrise أو عند غروبها Sunset تكون أكثر برتقالية وحمرة. ضوء القمر Moonlight أبيض عملياً.

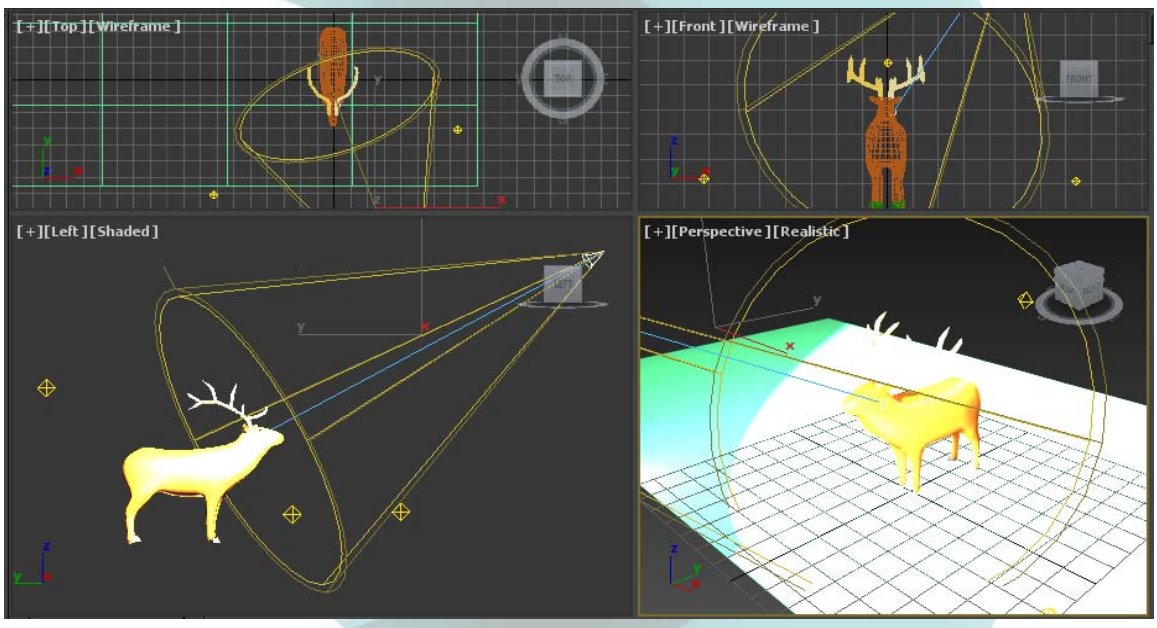
يتم إنتاج الإضاءة الاصطناعية Artificial Light عملياً باستخدام إضاءات متعددة خفيفة الشدة Lower Intensity. تعتبر الإضاءة النقطية Omni عادة خياراً جيداً لأجل الإضاءة الداخلية لأنها تنشر الأشعة الضوئية في جميع الاتجاهات من مصدر واحد للإضاءات الفلورسنتية Fluorescent البيضاء القياسية عادة صبغة من اللون الأخضر الخفيف أو الأزرق الفاتح.

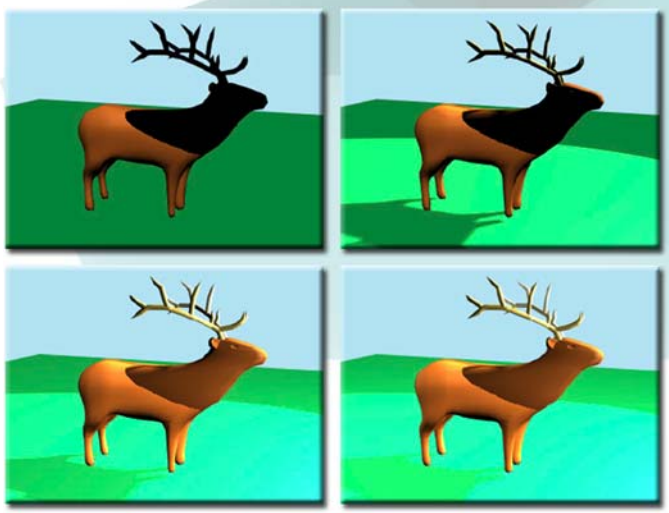
## طريقة الإضاءة القياسية A Standard Lighting Method

عند إضاءة مشهد ما، من الأفضل ألاّ نعتمد على ضوء واحد فقط. تتضمن طريقة الإضاءة الجيدة ضوءً أساسياً واحداً وعدة أضواء ثانوية. تعتبر بقعة الضوء **Spotlight** جيدة لتستخدم كضوء أساسي ورئيسي، ويجب أن يتم وضعها أمام وأعلى الكائن المعروض بصورة قليلة، كما يجب أن يتم ضبطها عادة لتلقي الظلال **Shadows** لأنها ستكون الإضاءة الأساسية المكونة للظلال في المشهد.

تملأ الإضاءات الثانوية الفجوات **Gaps** والحفر **Holes** الضوئية، ويمكننا وضعها عند مستوى الأرضية على كلا جانبي الكائن المعروض مع ضبط شدتها **Intensity** أقل من الإضاءة الأساسية **Key Light** إلى حد كبير. ومع ضبطها لان لا تلقي أية ظلال. يمكننا وضع إضاءة إضافية خلف المشهد لإضاءة الكائنات المعروضة من الخلف. يجب أن يكون هذا الضوء خافتاً جداً ولا يلقي أية ظلال أيضاً. من منظور المستخدم، ستتم إنارة **Illuminated** جميع الكائنات في المشهد، لكن المستخدم العرضي **Casual User** سيتعرف فقط على بقعة الضوء الأساسية كمصدر للإضاءة لأنها تلقي الظلال.

يظهر الشكل مواضع الإضاءات المدخلة في نموذج أيل **Elk Model** الإضاءة القياسي باستخدام إضاءة أساسية وإضاءتين ثانويتين وإضاءة خلفية. يعمل هذا النموذج من أجل معظم المشاهد القياسية، لكن إذا أردنا الدلالة إلى كائن معين فسنحتاج إلى إضاءات إضافية.



يعرض الشكل نموذجاً لأيل تمت معالجة إظهاره باستخدام مستويات مختلفة من نماذج الإضاءة القياسية. تستخدم الصورة العليا اليسرى الإضاءة الافتراضية بدون وجود إضاءات. تستخدم الصورة العليا اليمنى الإضاءة الأساسية فقط، وهذا يجعل من الظل مرئياً لكن التفاصيل حول الرأس صعبة التمييز. تتضمن الصورة السفلى اليسرى الإضاءات الثانوية، مما يجعل من تفاصيل الرأس مرئية بسهولة أكبر ويضيف بعض الإضاءات إلى القرون. تتضمن الصورة السفلى اليمنى الإضاءة الخلفية والتي تضيء الطرف الخلفي من النموذج وتلقي هالة حول الحواف إذا تمت معاينتها من الأمام.

# الجزء الثامن:

# العمل مع الشخصيات Characters

## الفصل / 40

## فهم البناء RIGGING، التحريك الأمامي KINEMATICS والعمل مع العظام BONES

**ما هو الشيء المشترك بين المقبرة Graveyard والشخصيات المتحركة Animated Characters؟ الجواب هو العظام Bones. تستخدم العظام كبنية أساس مرفقة مع الشخصية المراد تحريكها. باستخدام بنية العظام يمكننا الخروج بحركات معقدة للشخصية وذلك بتحريك العظام ببساطة وليس الاضطرار إلى تحريك جميع النقاط المسندة إلى الشخصية عالية الدقة High-Resolution Character Mesh.**

**على الرغم من أن البرنامج Autodesk® 3ds Max® 2015 يتضمن هيكلاً عظمياً مسبق البناء باستخدام النظامين: Biped and CAT Systems، إلاّ أننا قد نرغب أحياناً في بناء نظام عظمي مخصص لأن ليس كل الشخصيات تقف على قدمين. قد نشاهد فيلم خيال علمي Sci-Fi Movie يكون فيه الكائن الفضائي Alien أشبه بالإنسان؟ إذا كان لا يمكن إنشاء الشخصية بتعديل هيكل ذي قدمين فإننا نحتاج إلى استخدام الطرق اليدوية التقليدية في البناء السريع.**

**يركز هذا الفصل على عملية البناء السريع اليدوية للشخصية Rigging a Character والتي، حسب تعقيد الشخصية، قد تتم بشكل أسهل من العمل مع هيكل ذي قدمين. كما أن هذه العملية تعطينا فكرة واضحة حول مفاهيم البناء السريع.**

### فهم عملية البناء Understanding Rigging

**أي شخصية تم بناؤها Rigged Character تتكون من جزءين: هيكل عظمي Skeleton داخلي مصنوع من عظام فريدة مترابطة، وكذلك جلد شبكي عالي الدقة High Resolution Skin Mesh الذي يعرف كيف تبدو الشخصية. إن الهيكل العظمي هو الجزء البنائي Rig الذي يتحرك ويحمل جميع مفاتيح الحركة Animation Key، والجلد Skin مقيد Bound إلى الهيكل العظمي Skeleton ويتبع العظام Bones كيفما تتحرك. عندما تكتمل الحركة، يكون الهيكل العظمي مخفي Hidden والجلد فقط يتم معالجة إظهاره Rendered.**

**يتكون الهيكل العظمي البنائي من العظام المنتظمة في تسلسلية هرمية مترابطة Linked Hierarchy. ترفق Attaches التسلسلية الهرمية المترابطة، أو ترتبط Links، كائناً باخر وتجعل من الممكن تحويل الكائن المرفق بتحريك الكائن المرتبط معه. الذراع Arm هو مثال تقليدي حول التسلسلية الارتباطية: عندما يدور الكتف Shoulder يدور معه الكوع Elbow والمعصم Wrist والأصابع Fingers. إن إنشاء التسلسليات الارتباطية يمكن أن يجعل من تحريك ووضع ونقل العديد من الكائنات أمراً سهلاً.**

**إن نظام العظام هو حالة فريدة من التسلسلية الارتباطية لها بنية معينة Specific Structure. يمكننا إنشاء بنية من العظام من تسلسلية موجودة، أو يمكننا إنشاء نظام عظمي وترفق Attach الكائنات معه. توجد ميزة أساسية لنظام العظام هي أنه يمكننا استخدام حلول الحركة العكسية IK (Inverse Kinematics) Solvers لمعالجة Manipulate وتحريك البنية. الميزة الأخرى للبنية العظمية هي أن بإمكاننا تقييد حركة العظام بحيث تجبر الحركة لتكون واقعية كشخصية حقيقية.**

بعد أن يتم إنشاء البنية العظمية يجب تحريرها لتتطابق مع خامة الجلد التي ستتحكم بها. يجب علينا أيضاً تعريف حدود كل عظمة Bone ووصلة Joint. يساعد ذلك في تجنيب الهيكل العظمي التحرك بطرق غير واقعية Unrealistic Ways. إن تطبيق الأنظمة IK Systems هو طريقة أخرى للتحكم بحركة العظام والوصلات. تدعى عملية إنشاء بنية الهيكل العظمي وتعريف حدوده بالبناء Rigging. يتضمن البناء Rigging أيضاً بناء متحكمات الحركة المتخصصة Specialized Animation Controls.

بعد أن نقوم بتحرير نظام من العظام، يمكننا تغطية Cover العظام بكائنات قد طبق عليها المعدل Skin Modifier. يسمح هذا المعدل بتحريك كائن التغطية وثنيه مع البنية العظمية الموجودة تحته. تدعى عملية إرفاق نموذج مع نظام عظمي بعملية التغطية بالجلد Skinning. بعد البناء Rigged للشخصية وتغطيتها بالجلد Skinned، تصبح الشخصية Character جاهزة للتحريك.

**ملاحظة: سيتم الحديث عن المعدل Skin Modifier مع مظاهر التغطية بالجلد الأخرى للشخصية في الفصل القادم: 41 (تغطية الشخصيات بالجلد Skinning Characters).**

## مسار عمل مثالي للبناء A Typical Rigging Workflow

إن الهدف من إنشاء بناء الشخصية Rigged Character هو لتسهيل عملية التحريك. في بيئة صناعة الأفلام المثالية، يتضمن ذلك عدة لاعبين رئيسيين. الأول في المشهد وهو مصمم النماذج Modeler. يبني مصمم النماذج Modeler الشخصية بخامة كاملة عالية الدقة High-Resolution Mesh مع المواد Materials. النموذج Model، الذي هو كائن وحيد مثالي، المعروف بالجلد Skin للشخصية، وهو عادة بشكل وقفة التصوير باستخدام وقفة التصوير الحرف T القياسية Standard T-Pose، المبينة في الشكل، مع الأقدام المسطحة Feet Flat بعرض الكتف Shoulder Width، العيون Eyes والرأس Head باتجاه الأمام، وامتداد الذراعان Arms بشكل مستقيم مع راحة اليد Palms المرسلة إلى الأسفل أو الأمام.

إن اللاعب الثاني في العملية هو باني الشخصية Rigger. حيث يأخذ هذا اللاعب نموذج الجلد ويبني عليه الهيكل العظمي Skeleton المصنوع من العظام Bones المستخدمة للسيطرة على الجلد المرتبط معه Attached Skin. في شخصية الإنسان القياسية Standard Human Character، يتضمن الهيكل العظمي هذا عظماً مفصل Separate Bone لكل قسم مستقيم Straight Section من الشخصية، تشبه هذه الطريقة كيف تعمل مجموعة العظام الحقيقية. في بعض الأماكن يحتاج النموذج إلى الانحناء Bend، ومكان المفصل Joint، كما في الركب Knees والمرافق Elbows. كل عظم أيضاً يمكن أن يقيد Constrained ليسمح بالحركة الصحيحة Proper Motion فقط. على سبيل المثال، مفصل المرفق Elbow Joint يحدد للانحناء فقط ضمن مدى 180 درجة، والذي يمنعه من الانحناء غير الواقعي إلى الخلف.

إن المهمة الثانية لباني الشخصية Rigger هو بناء متحكمات الحركة Animation Controls التي تسمح بسرعة لمصمم الحركة Animator من إنشاء جميع مفاتيح Keys الحركة للحركة المخصصة. تتضمن هذه المتحكمات الأهداف Morph Targets المستخدمة لإنشاء تعابير الوجه Facial Expressions أو متحكمات متخصصة أخرى لمعالجة الأيدي Hands والأقدام Feet.

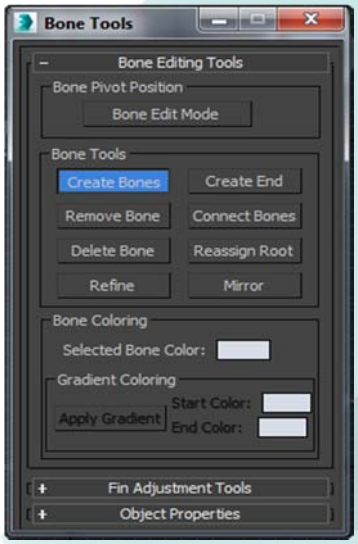
يربط باني الشخصية Rigger أيضاً الجلد مع الهيكل العظمي وتعريف أوزان Weights الجلد. تشرك أوزان الجلد كل نقطة Vertex في الجلد مع عظم مخصص أو مجموعة عظام. تحدد أوزان الجلد كيف يتحرك وينحني الجلد مع حركة العظام. على سبيل المثال، توزن النقاط Vertices في مركز الفخذ Thigh للتحرك بعظم الفخذ، لكن النقاط قرب الركبة Knee يجب أن توزن للتحرك بالفخذ وعظام قصبة الساق Shin، لذلك يقسم الوزن بين هذين العظمين.

بعد اكتمال عمليتي بناء وتغطية Rigged and Skinned الشخصية، يتحول العمل إلى مصمم الحركة Animator الذي يستخدم الهيكل العظمي ومتحكمات الحركة لإكمال عملية تحريك الشخصية. أثناء عمل مصمم الحركة Animator قد يحتاج إلى بعض التعديلات الإضافية من باني الشخصية Rigger، لذلك يجب العمل كفريق سوية حتى انتهاء فيلم الصور المتحركة Animations لجميع المشاهد بصورة كاملة.

## بناء نظام العظام Building a Bones System

لإنشاء هيكل عظمي، نحتاج لبناء تسلسلية Hierarchy من الكائنات المرتبطة سوية. ويمكن عمل ذلك باستخدام كائنات أولية Primitives مع الأداة Select and Link، لكن الطريقة الأسهل لبناء التسلسلية هي باستخدام نظام العظام Bones System. يتألف نظام العظام من العديد من كائنات العظم التي تكون مرتبطة سوية. تكون كائنات العظم عادة لا تظهر عند معالجة الإظهار Rendered، لكن يمكننا ضبطها لتكون قابلة لمعالجة الإظهار Renderable، مثل الأشكال ثنائية الأبعاد Splines. يمكننا أيضاً إسناد الحل IK Solver إلى نظام العظام للتحكم بحركتها.

لإنشاء نظام عظمي، نحدد أمر القائمة: Animation ⇒ Bone Tools ⇒ Create Bones، الذي يفتح صندوق الحوار Bone Tools الموضح في الشكل. أو من لوحة الإنشاء: Create ⇒ Systems ⇒ Bones ⇒ Standard، والنقر في أحد المساقط لإنشاء عظمة الجذر ثم ننقر على مسافة قصيرة بعيداً لإنشاء عظمة أخرى، ونكرر هذه العملية بضعة مرات أخرى. تنشئ كل نقرة متتابعة عظمة مرتبطة بالعظمة السابقة كما في الشكل أدناه. عندما ننتهي من إضافة العظام ننقر باليمين للخروج من نمط إنشاء العظام. بهذه الطريقة يمكننا إنشاء سلسلة طويلة من الكائنات العظمية وجميعها مرتبطة ببعضها البعض.



عندما ننقر باليمين للخروج من نمط إنشاء العظام، تضاف عظمة النهاية End Bone إلى سلسلة Chain العظام. عظمة النهاية هذه لا تمتلك أي طول وتستخدم لتأشير نهاية السلسلة. وتستخدم أيضاً مع الحل IK Solver وهي جزء ضروري لسلسلة العظام. تمتلك كل عظمة تم إنشاؤها اسم بسيط مع رقم ثلاثي مثل Bone001.

إن هذه العظام في الحقيقة هي وصلات مرتبطة Linked Joints. إن تحريك احدى العظام يسحب جيرانها في السلسلة معها. يمكن أيضاً تدوير العظام وتغيير مقاسها ومطّها Stretched. إن تغيير مقاس نظام عظمي يؤثر على المسافة بين العظام.

**تحذير: يجب عدم تغيير مقاس العظام بعد إعداد المفاتيح بدون تطبيق المعدل XForm Modifier، أو سوف تتصرف جميع مفاتيح الحركة على نحو غريب Erratically.**

لتفريع Branch تسلسلية من العظام، النقر ببساطة على المكان الذي نريد منه أن يبدأ الفرع طالما أننا ما نزال في نمط إنشاء العظام، فسيتم إنشاء عظمة فرعية جديدة بشكل تلقائي. النقر على الزر Bones مرة ثانية لإنشاء عظمة جديدة، ثم نستمر بالنقر لإضافة عظام جديدة إلى الفرع. ثم النقر باليمين لإنهاء الفرع Branch. عند النقر باليمين مرة ثانية يغلق نمط إنشاء العظام.

## إسناد الحل Assigning an IK Solver

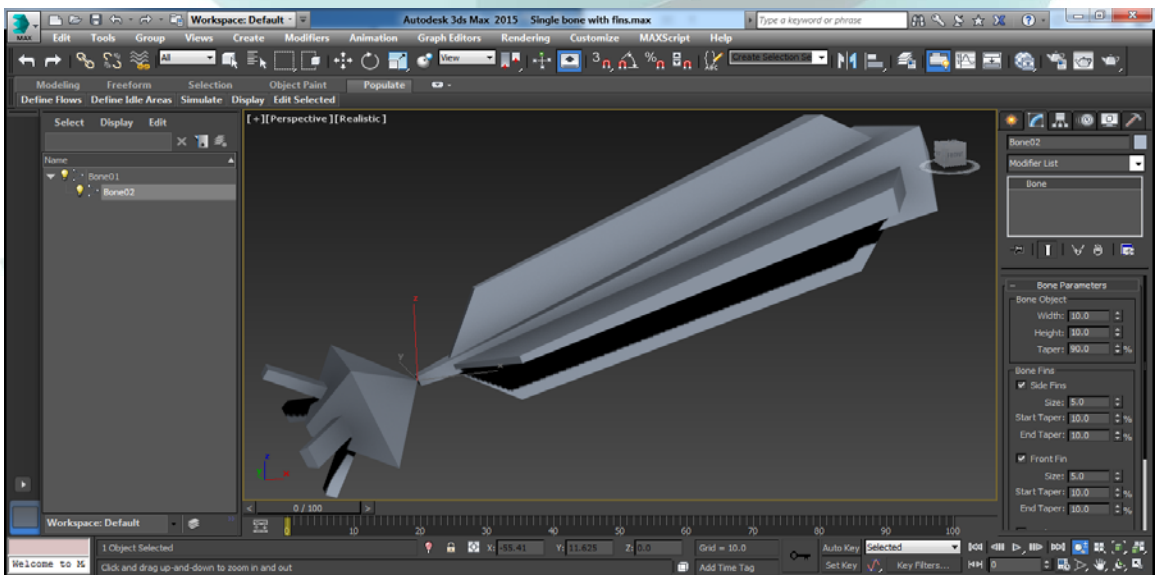
عندما يتم إنشاء سلسلة عظمية لأول مرة في الشريحة IK Chain Assignment في اللوحة Create، يمكننا الاختيار من بين أربعة حلول IK Solvers: History Dependent, IK HI Solver, IK Limb, and Spline IK Solver. يمكننا إسناد كل من أنواع الحلول هذه إلى الأبناء Children والى عظمة الجذر Root باستخدام الخيارات المتاحة. يجب علينا تحديد الخيارين: Assign to Children and the Assign to Root معاً لإسناد المتحكم IK Solver إلى جميع العظام في النظام. إذا كان الخيار Assign to Children غير فعّال فسيكون الخيار Assign to Root غير فعّال أيضاً.

## إعداد بارامترات العظام Setting Bone Parameters

تتضمن الشريحة Bone Parameters بارامترات لإعداد حجم كل عظمة منفردة بما فيها عرضها Width وارتفاعها Height. يمكننا أيضاً ضبط النسبة المئوية Taper المطبقة على العظمة. بتغيير هذه البارامترات، يمكننا أن نجعل العظم يبدو طويلاً ومسطحاً Long and Flat، الذي يساعد في معالجة Manipulating الكائنات المستوية Plane Objects.

**ملاحظة: لان العظام كائنات هندسية بسيطة، يمكننا تطبيق المعدل Edit Poly Modifier عليها وتحرير شكل العظم كيفما نريد. على أية حال، لا تعمل هندسة العظم Bone Geometry المخصصة دائماً مع الأدوات Bone Tools.**

يمكن إظهار الزعانف Fins على الجوانب الأمامية أو الخلفية أو الجانبية لكل عظمة. من أجل كل زعنفة، يمكننا تعيين حجمها وقيم أطرافها في البداية والنهاية. إن إدخال الزعانف إلى العظام يجعل من الموضع والدوران الصحيحين لكائنات العظام أسهل. يظهر الشكل نظام عظام بسيط يحتوي على عظمتين مع زعانف.




يوجد في أسفل الشريحة Bone Parameters الخيار Generate Mapping Coordinates. إن العظام هي كائنات قابلة المعالجة الإظهار، لذا فإن هذا الخيار يسمح لنا بتطبيق خرائط نسيجية عليها.

3- في المسقط العلوي Top، النقر مرة على قمة الذيل Tail، ثم نقرة ثانية في البقعة بين ساقي Legs التمساح الخلفية، ثم نقرة في منتصف البطن Mid-Abdomen بين الساقين الأمامية، ونقرة في قاعدة الرقبة Neck، وأخيراً في نهاية الأنف Nose. ثم النقر باليمين لإنهاء سلسلة العظام.

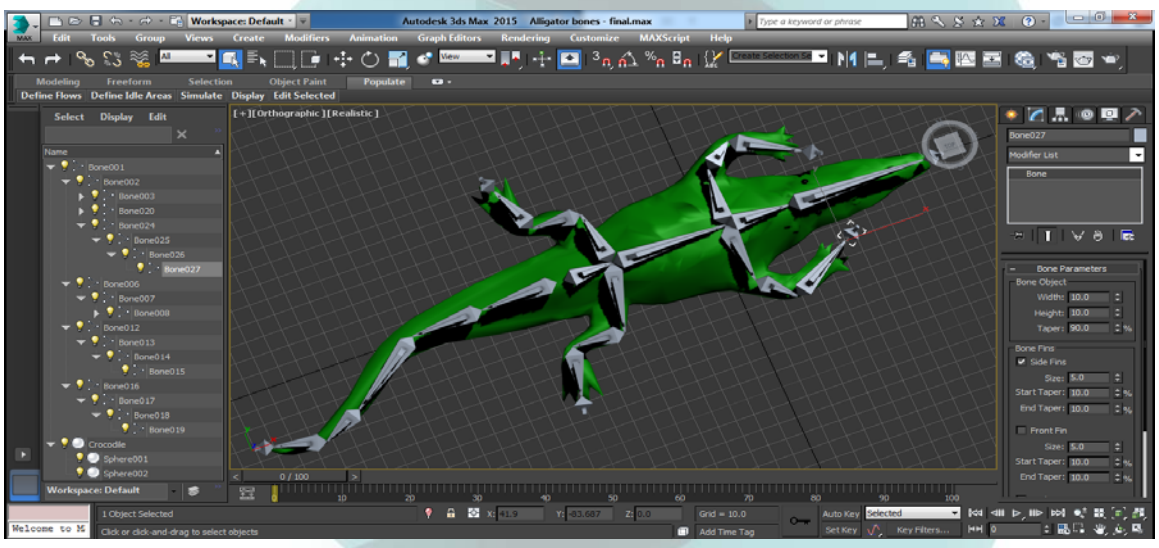
4- طالما أننا في النمط Bones، النقر تحت العظم الأول بدون نقر على العظم وإنشاء خمسة عظام إضافية متتالية على طول الذيل. ثم النقر باليمين لإنهاء السلسلة، ثم النقر باليمين مرة أخرى للخروج من نمط إنشاء العظام. نحدد العظمة الأولى في سلسلة الذيل، ونربطه إلى المفصل الأول في السلسلة العظمية العليا باستخدام الأداة Select and Link.

**ملاحظة: إذا كنا لا نستطيع رؤية العظام لعمل الربط، يمكن إخفاء Hide أو تجميد Freeze جسم التمساح لرؤية العظام بشكل واضح.**

5- النقر على الزر Bones في اللوحة Create، ونحدد فقط العظم تحت المجموعة الخلفية للسيقان الخلفية في المسقط العلوي (يتغير مؤشر إلى خط تقاطع عندما يكون فوق عظم ما). هذا ينشئ فرع جديد من نهاية العظم المحدد. ثم النقر لوضع العظام الجديدة في ركبة Knee التمساح، الكاحل Ankle، وطرف القدم Foot. النقر باليمين لإنهاء السلسلة. ثم إعادة إنشاء العظام للجهة المقابلة من الساق.

6- النقر على الزر Select Objects في شريط الأدوات الرئيسي للخروج من النمط Bones، ونحدد ونسمي كل كائن عظمة بحيث يمكن تمييزه بسهولة لاحقاً. يظهر الشكل نظام العظام المكتمل للتمساح.

**ملاحظة: إن النافذة Schematic View هي واجهة جيدة لتسمية العظام بسرعة.**

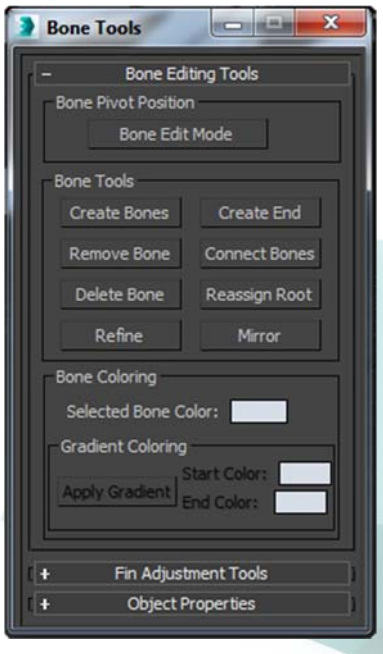


## استخدام أدوات العظام Using the Bone Tools

بعد أن ننشئ نظاماً عظمياً يمكننا استخدام أدوات العظام Bone Tools لتحرير والعمل مع هذا النظام. يمكننا الوصول إلى هذه الأدوات من لوحة تفتح باستخدام أمر القائمة: Animation ⇒ Bone Tools. يظهر الشكل التالي لوحة الأدوات هذه، والتي تتضمن ثلاث شرائح منفصلة: Bone Editing Tools, Fin Adjustment Tools, and Object Properties.

### إعادة ترتيب العظام Reordering Bones

نستطيع استخدام أزرار التحويل في شريط الأدوات الرئيسي لتحريك وتدوير وتغيير مقاس العظمة مع جميع أبنائها، لكن إذا أردنا تحويل الأب دون التأثير على أي من الأبناء يجب علينا فتح اللوحة Bone Tools. يسمح لنا النمط Bone Edit Mode بتحريك وإعادة رصف العظمة دون التأثير على أبنائها.




إن النقر على الزر **Remove Bone** يحذف العظمة المحددة ويعيد وصل السلسلة العظمية بمطّ العظمة الابن إذا ضغطنا على المفتاح **Shift** أثناء حذف العظمة فسيتم مطّ الأب. إن النقر على الزر **Delete Bone** يحذف العظمة المحددة ويضيف عظمة طرفية **End** إلى الابن الأخير.

**تحذير: إن استخدام المفتاح Delete لحذف عظمة ما لا يضيف عظمة نهاية End ولا تعمل السلسلة العظمية بشكل صحيح مع أي حل IK Solver.**

إذا وجدت عظمة ما غير متصلة أخرى، فيمكننا إضافة عظمة نهاية **End** إلى العظمة باستخدام الزر **Create End**. يجب أن تنتهي سلسلة العظام بعظمة نهاية **End** بهدف استخدامها من قبل حل **IK Solver**.

يسمح لنا الزر **Connect Bones** بوصل العظمة المحددة مع عظمة أخرى. بعد النقر على هذا الزر يمكننا سحب خط من العظمة المحددة إلى عظمة أخرى لوصل العظمتين. يستخدم الزر **Reassign Root** لعكس السلسلة وتحريك العظمة النهائية **End** من الأب إلى آخر ابن.

## تنقية وعكس العظام Refining And Mirroring Bones

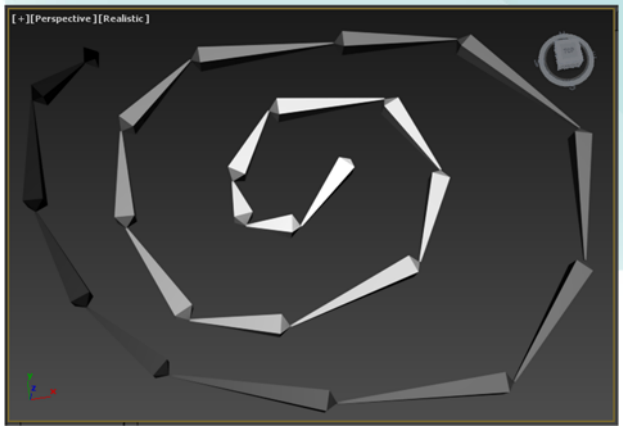
عندما نبدأ بالعمل مع نظام عظمي كنا قد أنشأناه، قد نكتشف أن العظمة الطويلة المكونة للعمود الفقري للوحش **Monster** هي عظمة طويلة جداً لا تسمح للوحش بالحركة كما نرغب. إذا حدث ذلك، يمكننا تنقية العظام المنفردة وباستخدام الزر **Refine**. يظهر هذا الزر في أسفل القسم **Bone Tools** من الشريحة **Bone Editing Tools**.

إن النقر على الزر **Refine** يتيح لنا تحديد العظام في المسقط. يتم تقسيم كل عظمة نحددها إلى عظمتين عند المكان الذي ننقر عليه. النقر على الزر **Refine** ثانية للخروج من النمط **Refine**.

يسمح لنا الزر **Mirror** بإنشاء نسخة معكوسة عن العظام المحددة. يؤدي هذا الزر إلى إظهار صندوق الحوار **Bone Mirror** حيث يمكننا تحديد: **Mirror Axis and the Bone Axis to Flip**. نستطيع أيضاً تعيين القيمة **Offset**. لقد أنشأنا في المثال السابق الأذرع والأرجل بشكل يدوي، لكن كان بالإمكان إنشاء واحدة منها ثم استخدام الزر **Mirror** لإنشاء مقابلاتها.

## تلوين العظام Coloring Bones

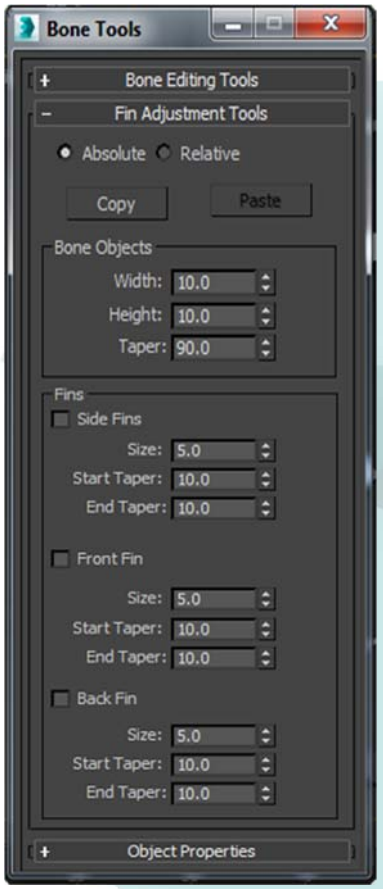
يتم إسناد لون كائن افتراضي إلى العظام، مثل أية كائنات أخرى، كما يمكن تطبيق المواد عليها من محور المواد **Material Editor**. من أجل كل عظمة منفصلة، يمكن تغيير لونها في اللوحة **Modify** أو في صندوق الحوار **Bone Tools**.




يمكننا أيضاً تطبيق تدرج لوني على سلسلة عظمية باستخدام اللوحة **Bone Tools**. يكون هذا الخيار متاح فقط إذا تم تحديد عظمتين أو أكثر. يتم تطبيق لون البدء **Start Color** على رأس السلسلة واللون النهائي **End Color** على الابن المحدد الأخير. يتم تطبيق الألوان أو تحديثها عندما يتم النقر على الزر **Apply Gradient**. يظهر الشكل سلسلة عظمية حلزونية طويلة وقد طبق عليها التدرج أبيض إلى الأسود.

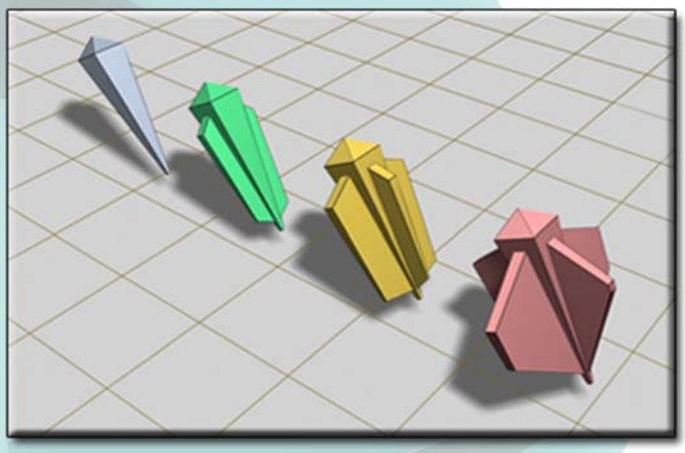
**ملاحظة:** التدرج اللوني على طول السلاسل العظمية المستقيمة الطويلة تساعدنا بالنظر إلى السلسلة وتحديد مكان نهايتها. وهو لأمر رائع عند استخدامها للذيول **Tails**، السياط **Whips**، وعلى طول ضفائر الحبال **Braided Strands**.

## معايرة الزعانف Adjusting Fins

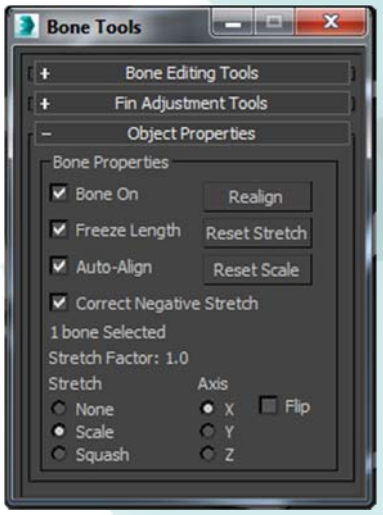



تتضمن الشريحة **Fin Adjustment Tools** نفس البارامترات الموجودة في الشريحة **Bone Parameters** في اللوحة **Modify**. يمكننا تعيين أبعاد واستدقاق **Taper** العظمة وزعانفها **Fins**. لكن يمكننا أيضاً تعيين أن تطبق البارامترات باستخدام القيم: **Absolute or Relative**. تعتمد القيم **Relative** على بارامترات العظمة الموجودة فوق العظمة الحالية في السلسلة.

كما تتضمن هذه الشريحة أيضاً الزرين: **Copy and Paste** اللذين يمكننا استخدامهما لنسخ بارامترات العظمة من عظمة إلى أخرى. نلاحظ في الشكل اختلاف الزعانف.



## تحويل الكائنات إلى عظام Making Objects Into Bones




يمكننا جعل أي كائن يتصرف كعظمة. لتحويل الكائن إلى عظمة، يجب علينا فتح الشريحة **Object Properties** في صندوق الحوار **Bone Tools**. تتضمن الشريحة الإعداد **Bone On**. إذا كان مفعّلاً، فسيتصرف الكائن مثل عظمة. إذا كان الخيار **Bone On/Off** مفعّلاً فستصبح متحكمات العظم **Bone controls** المتبقية متاحة. يسبب الخيار **Auto-Align** رصف نقاط ارتكاز العظام المتجاورة بشكل تلقائي. يسبب الخيار **Freeze Length** الحفاظ على طول العظمة عند تحريك النظام العظمي. إذا كان **Freeze Length** غير مفعّل فيمكننا تعيين نوع المطّ **Stretch**. يمنع الخيار **None** أي مطّ عن الحالة الظاهرة، ويغير **Scale** الحجم على طول محور واحد، لكن الخيار **Squash** فيسبب تعريض العظمة أثناء نقصان طولها وتضييقها أثناء تطويلها. يمكننا أيضاً اختيار مطّ محور ما واختيار ما إذا كنا نريد قلب **Flip** المحور أم لا.

يمكننا استخدام الزر **Realign** لإعادة رصف العظمة، النقر على أحد الزرين: **Reset Stretch or Reset Scale** لجعل قيمة المطّ أو تغيير القياس على قيمتها الأصلية.

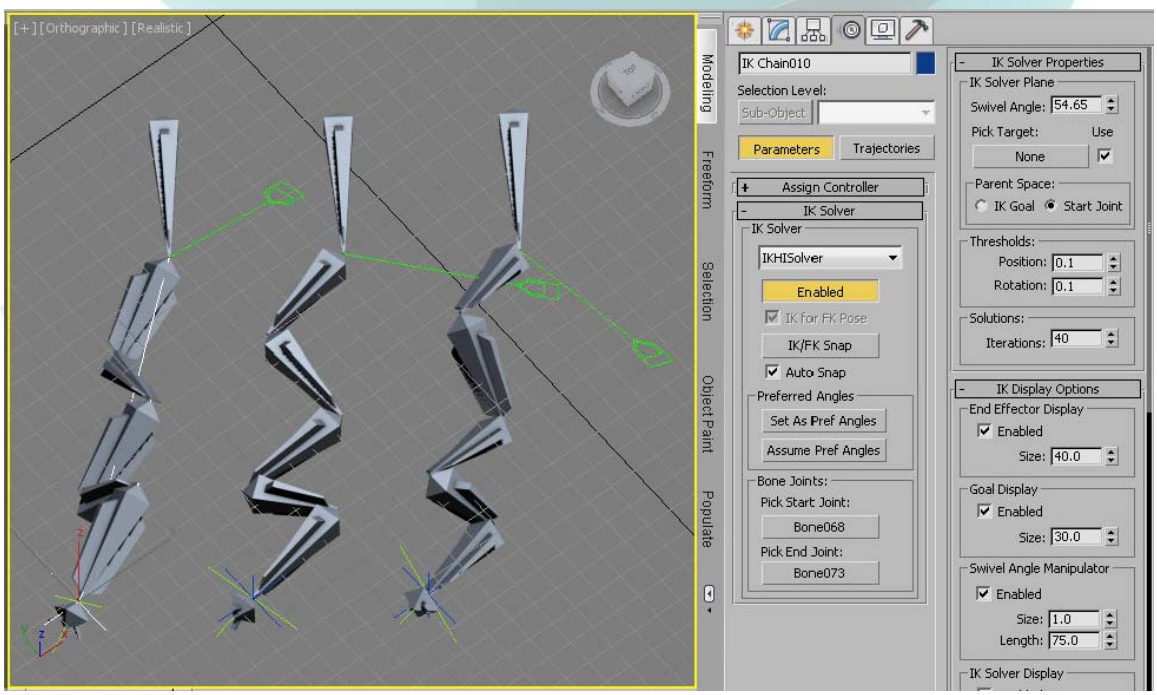
إن الشريحة الأولى في اللوحة Motion بعد الشريحة Assign Controller هي الشريحة IK Solver. باستخدام هذه الشريحة، يمكننا اختيار التبديل بين الحلين: HI IK solver and IK Limb solver. يسمح لنا الزر Enabled بتعطيل الحل. بتعطيل Disabling الحل، يمكننا استخدام التحريك الأمامي Forward Kinematics لتحريك الكائنات. للعودة إلى الحل IK solution، النقر ببساطة علة الزر Enabled مرة ثانية. إن الخيار IK for FK Pose يفعل المتحكم IK control حتى لو كان الحل IK Solver معطّل. يسمح لنا ذلك بمعالجة Manipulate تسلسلية Hierarchy الكائنات التي تستخدم التحريك الأمامي FK بينما ما زالت تعمل مع الحل IK solution. إذا تم تعطيل الزران: IK for FK Pose and the Enabled، يمكن أن يتحرك الهدف بدون التأثير على تسلسلية الكائنات.

إذا تحرك الهدف بعيداً عن الارتباط النهائي، فإن النقر على الزر IK/FK Snap يحرك الهدف تلقائياً ليطابق موضع الارتباطات. يحافظ الخيار Auto Snap تلقائياً على الهدف والارتباط مع بعضهما البعض. يتذكر الزر Set as Preferred Angle زوايا النظام IK system. يمكن استدعاء هذه الزوايا ثانية في أي وقت باستخدام الزر Assume Preferred Angle. إذا أردنا تغيير كائني عظمة البداية والنهاية، يمكننا النقر على أحد الزرين: Pick Start Joint or Pick End Joint واختيار عظم جديد.

**ملاحظة: إن أفضل طريقة لتحديد كائن ما باستخدام أحد الزرين: Pick Start Joint or Pick End Joint، هي بفتح صندوق الحوار Select by Name (H)، حيث يمكننا تحديد الكائن بالضبط.**

**تحذير: إذا حددنا ابناً Child كوصلة بداية Start Joint وكائناً فوق الابن كوصلة نهاية، فلن يؤثر تحريك الهدف على السلسلة IK Chain.**

تتضمن الشريحة IK Solver Properties القيمة Swivel Angle. تعرف هذه القيمة زاوية الدوران المستوي الذي يتضمن كائنات الوصلة والخط الذي يصل وصلتي البداية والنهاية. إن هذا المستوي أساسي لأنه يعرف اتجاه تحرك الوصلة عند ثنيها. إذا تم تحديد السلسلة IK Chain، يمكننا أن نعرض ونعالج زاوية الدوران بتفعيل الزر Select and Manipulate في شريط الأدوات الرئيسي. بانتقال متحكم زاوية الدوران، يمكننا وضع الاتجاه الذي فيه انحناء السلسلة كما يتحرك مؤثر النهاية End Effector. على سبيل المثال، يمكن للركبة Knee أن تقرر النقطة الخارجية Point Outward لشخصية راعي البقر يركب ثور Bull-Legged Cowboy Character. يعرض الشكل، سلسلة عظام متعددة مطبق عليها الحل HI IK solver. وتم مضاعفة السلسلة لتعرض زوايا دوران مختلفة.

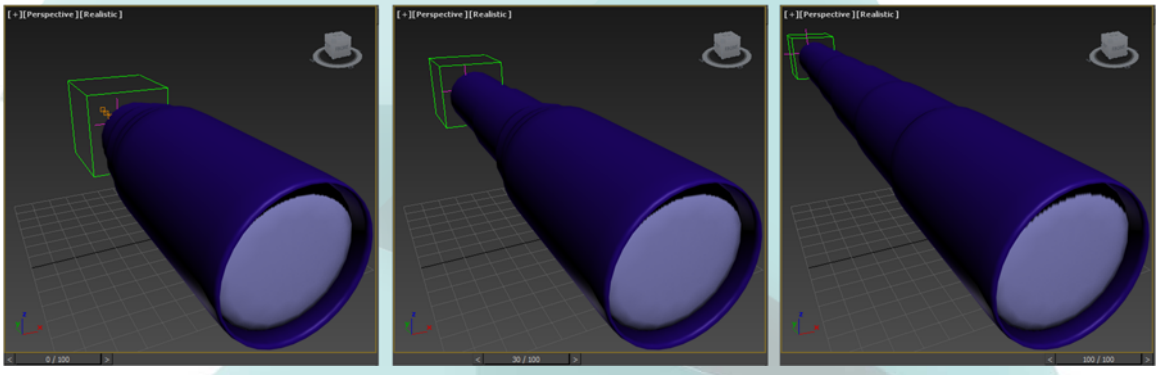


4- نحدد كل كائن أنبوب متبقي على حدة وننقر على الأزرار Paste من أجل: Sliding Joints and Rotational Joints. يؤدي ذلك إلى تفعيل حركة الانزلاق وفق المحور Z-axis المحلي لجميع كائنات الأنابيب.

5- نحدد قسم الأنبوب الأكبر ثانية، ونختار: Animation ⇒ IK Solvers ⇒ HD Solver. ثم نسحب الخط المنقط إلى الكائن المساعد Dummy في نهاية المنظار.

6- نحدد كائن الأنبوب الثاني، ومن اللوحة Motion لأجل Sliding Joint Z Axis، نحدد الخيار Limited مع قيم من 0.0 إلى 80. ننقر بعد ذلك على الزر Copy من أجل Sliding Joint في الشريحة Object Parameters. ثم نحدد الأنابيب من 3 إلى 6 كل على حدة وننقر على الزر Paste من أجل Sliding Joint لتطبيق هذه الحدود نفسها على كائنات الأنابيب الأخرى.

7- النقر على الزر Auto Key (N) ونسحب منزلقة الزمن إلى الإطار 100، ثم نحدد الزر Select and Move (W) في شريط الأدوات الرئيسي، ونسحب الكائن المساعد بعيداً عن كائن الأنبوب الأكبر.



## الحل IK Limb Solver

لقد تم إنشاء الحل IK Limb solver خصوصاً للعمل مع الأطراف Limbs كالأذرع والأرجل. وهو يستخدم على سلاسل مكونة من عظمتين كالساق العلوية Upper Leg والساق السفلية Lower Leg. يتحرك في الحقيقة اثنان من العظام فقط في السلسلة. يوضع هدف هذه الوصلات عند نقطة ارتكاز العظمة الثانية. ان هذا الحل مثالي في بناء شخصية اللعبة Game Character Rigging.

إن طريقة عمل هذا الحل IK Limb solver هي أنه يعتبر الوصلة الأولى كما لو كانت وصلة كروية Spherical Joint يمكن تدويرها وفق محاور ثلاثة مختلفة، مثل وصلة الورك Hip أو الكتف Shoulder. يمكن أن نثني الوصلة الثانية في اتجاه واحد فقط، مثل وصلة المرفق Elbow أو الركبة Knee.

إن شرائح ومتحكمات الحل IK Limb solver، تتضمن زاوية الدوران Swivel Angle، وهي نفسها المستخدمة من أجل الحل HD تماماً والذي تمت تغطيته سابقاً في هذا الفصل.

## تمرين: تحريك ساق عنكبوت Spider's Leg باستخدام الحل IK Limb Solver

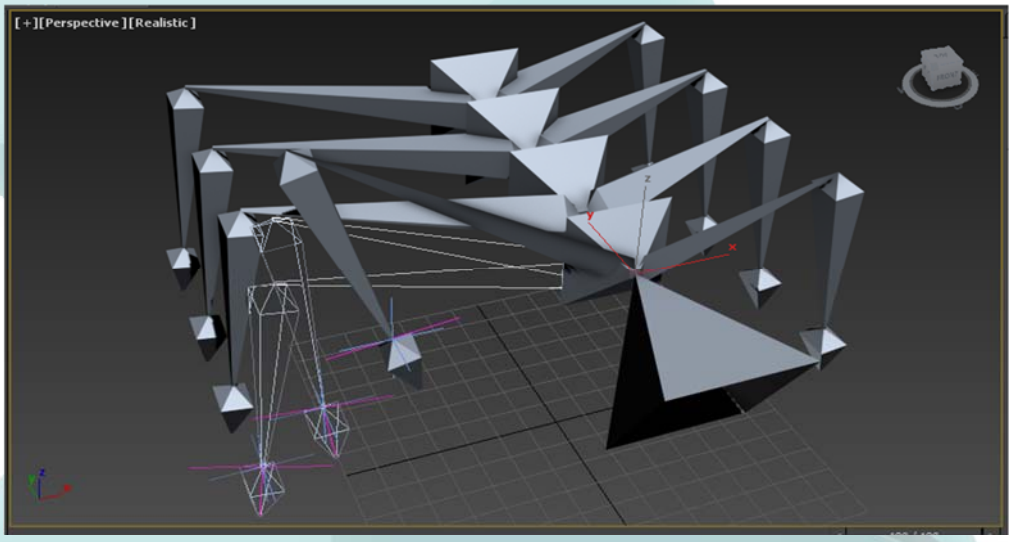
كمثال حول الحل IK Limb، يجب علينا تحريك طرف ربما، تم إنشاء نموذج عنكبوت مع ثمانية أطراف. لتحريك ساق هيكل العنكبوت العظمي باستخدام الحل IK Limb، نتبع الخطوات التالية:

1- يتم إنشاء نموذج لهيكل العنكبوت العظمي، تم إنشاء أربعة عظام للبطن Abdomen Bones، ثم إنشاء طرف واحد ثم استنساخه Cloned ثلاث مرات. ثم استخدام الأدوات Bone Tools لربط الساق مع عظام البطن، وأخيراً تحديد ونسخ عكسي Mirrored للعظام لكل أربعة سيقان للحصول على السيقان المعاكسة. الجزء الصعب هو تسمية جميع العظام.

2- النقر على الزر Select by Name (H) في شريط الأدوات الرئيسي لفتح صندوق الحوار Select From Scene. النقر مرتين على الكائن RUpperlegBone0l لتحديد كائن عظمة الذراع العلوي الأيمن.

3- بعد تحديد عظمة الذراع العليا، نختار: Animation ⇒ IK Solvers ⇒ IK Limb Solver. يظهر خط منقط في المسقط. نضغط المفتاح H مرة ثانية لفتح صندوق الحوار Pick Object والنقر مرتين على الكائن RFootBone0l لتحديده. هذه العظمة تتوافق مع عظمة اليد، وهي نهاية تسلسلية الطرف.

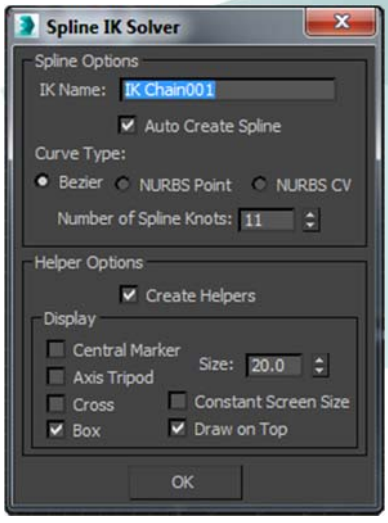
4- مع تحديد الكائن IK Chain01، النقر على الزر Auto Key (N)، ونسحب منزلقة الزمن Time Slider إلى الإطار 100 (End). باستخدام الزر Select and Move (W)، نحرك السلسلة IK chain في المسقط. تنحني سلسلة الذراع عندما نحرك المؤثر النهائي End Effector. يظهر الشكل التالي ساق العنكبوت وهي تتحرك باستخدام الحل IK Limb.




## الحل Spline IK Solver

يعمل الحل IK Limb solver بشكل جيد من أجل الأذرع والأرجل التي تمتلك وصلة في منتصفها، لكنه لا يعمل جيداً مع الذيول Tails. الذيول أعضاء متفردة لأنها تبدأ كبيرة وينقص حجمها بشكل متدرج إلى أن تصبح نقطة. يعمل الحل Spline IK solver بشكل جيد مع الذيول، لكنه يعمل كذلك بشكل جيد مع بناء اللوامس Rigging Tentacles، السلاسل Chains، والحبل Rope.

لاستخدام الحل Spline IK يجب علينا إنشاء سلسلة من العظام مع مسار ثنائي الأبعاد. بتحديد العظمة الأولى والأخيرة ثم تحديد الشكل ثنائي الأبعاد، تتحرك سلسلة العظام إلى الشكل ثنائي الأبعاد. يوجد لكل نقطة تحكم على الشكل ثنائي الأبعاد كائن مساعد Dummy مسند إليه. بتحريك هذه الكائنات المساعدة يمكننا التحكم بموضع العظام. يوجد في كل طرف من الشكل ثنائي الأبعاد معالجات Manipulators يمكننا استخدامها لثني وتدوير العظام.




إن أسهل طريقة لاستخدام الحل IK هذا هي بتحديد SplineIKSolver من اللائحة المنبثقة في الشريحة IK Chain Assignment أثناء إنشائنا للبنية العظمية Bone Structure. بعد أن تكتمل البنية العظمية، يظهر صندوق الحوار Spline IK Solver. باستخدام صندوق الحوار هذا، يمكننا تحديد اسم للسلسلة IK وتعيين نوع المنحني وضبط عدد عقد الشكل ثنائي الأبعاد. تتضمن خيارات أنواع المنحنيات: Bezier, NURBS Point, and NURBS CV. يمكننا أيضاً اختيار Create Helpers وإظهار عدة خيارات مختلفة.

توجد طريقة أخرى لاستخدام هذا الحل IK هي باستخدام بنية عظمية موجودة. لعمل ذلك، نحتاج إلى منحني ثنائي الأبعاد في المشهد يتطابق مع ما نريد أن تبدو عليه سلسلة العظام. نحدد بعد ذلك العظمة الأولى حيث نريد تطبيق الحل واختيار: Animation ⇒ IK Solvers ⇒ Spline IK Solver. في المساقط، يظهر خط للسحب Dotted Line، نحرك الخط إلى العظمة الأخيرة التي نريد إدخالها ثم نسحب مرة ثانية إلى الشكل ثنائي الأبعاد الذي نريد استخدامه.

بعد ذلك تنطوي البنية العظمية على شكل المنحني ثنائي الأبعاد. يوضع كائن مساعد Helper عند موضع كل نقطة Vertex من المنحني. تسمح لنا هذه الكائنات المساعدة بتحسين شكل المنحني.

## تمرين: بناء تمساح Alligator باستخدام الحل Spline IK Solver

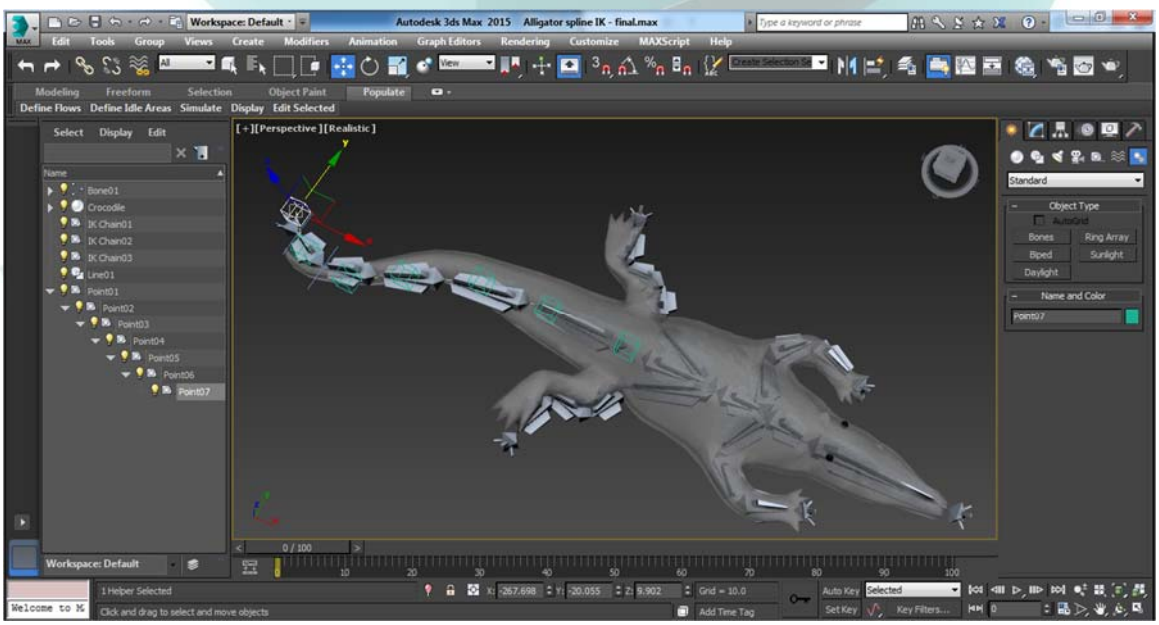
إن الحل Spline IK Solver رائع من أجل إنشاء الكائنات الطويلة والملتوية مثل الأفاعي أو ذيل التمساح. سنقوم في هذا المثال بأخذ تركيب عظمية موجود واستخدام الحل Spline IK Solver، ونجعلها تتطابق مع الشكل ثنائي الأبعاد. ولعمل ذلك نتبع الخطوات التالية:

1- يتم فتح الملف السابق الذي يحتوي على نموذج لتمساح وعلى سلسلة عظام بسيطة وشكل ثنائي الأبعاد.

**ملاحظة: إذا كانت لدينا مشكلة في رؤية موضع العظام داخل نموذج التمساح، نحدد كائن الجلد (نموذج التمساح) ونفعّل الخيار See-Through في صندوق الحوار Object Properties، أو استخدام المفاتيح (Alt +X).**

2- مع تحديد العظمة الأولى في سلسلة الذيل، نختار: Animation ⇒ IK Solvers ⇒ Spline IK Solver.
يظهر خط سحب Dotted Line في المسقط يمتد من العظمة الأولى.
3- نسحب وننقر المؤشر على العظمة الأخيرة في سلسلة عظام الذيل.
4- يظهر خط سحب Dotted Line آخر. نسحب وننقر على الشكل ثنائي الأبعاد فتتحرك بنية العظام لتطابق منحني الشكل ثنائي الأبعاد.

يظهر الشكل التالي، البنية العظمية لذيل التمساح. يمكننا الآن التحكم بذيل التمساح بتحريك الكائنات المساعدة Dummy على طول الشكل ثنائي الأبعاد.



# الجزء العاشر:

# استخدام أنظمة علم التحريك Dynamic Animation Systems

## الفصل / 49

## محاكاة الحركة الفيزيائية باستخدام النظام MASSFX

## SIMULATING PHYSICS - BASED MOTION WITH MASSFX

عندما نتكلم عن النظام MassFX في البرنامج Autodesk® 3ds Max® 2015، فإننا في الحقيقة نتكلم عن الفيزياء. إن الفيزياء Physics هي أحد أروع فروع العلوم لأنها تتعامل مع علم الأشياء Matter والطاقة Energy وتتضمن قوانين تحكم الحركات Motions والتفاعلات Interactions بين الكائنات. بالنسبة لمصممي الحركات Animators، هناك خبر رائع لأن ما نحاول عمله هنا هو التعامل مع الحركات والتفاعلات بين الكائنات.

إذاً، هل يتوجب على جميع مصممي الحركات دراسة الفيزياء؟ الجواب هو بالتأكيد. إن فهم هذه القوانين أثناء الدراسة والتجربة سيشحذ مهاراتنا في التحريك Animating Skills. لكن يمكننا أيضاً الاستفادة من عمل مصممي الحركة الآخرين في فهم القوانين الفيزيائية وتحويلها إلى منتج يستخدم في البرنامج 3ds Max. يكون مصممو الحركة الآخرون مجموعة تدعى PhysX لشركة NVIDIA، والمنتج هو MassFX.

يتضمن المحرك الفيزيائي MassFX Physics Engine في البرنامج 3ds Max نفس المحرك الشائع المستخدم في الألعاب لمحاكاة فيزياء اللعبة العالمية Simulate Game-World Physics.

باستخدام MassFX، يمكننا محاكاة العديد من الخواص الفيزيائية مثل الكثافة Density، الكتلة Mass، والاحتكاك Friction والتقاط الإطارات المفتاحية Capture Keyframes تلقائياً أثناء تفاعل الكائنات. إن ذلك يشبه الحصول على درجة في الفيزياء ولكن مجاناً.

تتضمن أدوات MassFX كل شيء نحتاجه للوصول إلى محرك محاكاة فيزياء MassFX. حيث يمكننا تعريف الكائنات لأجسام صلبة مثل الكراسي أو كرات البولينغ أو كأجسام ناعمة كألعاب الحيوانات المحشوة، وغيرها. بعد تعريف الخواص الفيزيائية، يمكننا تعريف القوى الفيزيائية التي ستؤثر على هذه الكائنات ومحاكاة الحركة الناتجة. لا يصنع MassFX في الواقع حركات فيزيائية صعبة وواقعية فحسب، بل انه أيضاً من الممتع العمل معه.

## فهم علم التحريك Understanding Dynamics

إن علم التحريك Dynamics هو أحد فروع الفيزياء التي تتعامل مع القوى والحركات التي تسببها، وبغض النظر عن تجربتنا في المدرسة، فان الفيزياء هي صديقنا الدائم وخصوصاً في العالم ثلاثي الأبعاد 3D. يمكن للتحريك Dynamics في البرنامج 3ds Max التلقائية في إنشاء مفاتيح الحركة بحساب الموضع والدوران والتصادمات Collisions بين الكائنات وفق معادلات فيزيائية Physics Equations.

نأخذ مثالاً حركة لعبة اليويو Yo-Yo البسيطة. إن تحريك هذه الحركة باستخدام المفاتيح هو أمر بسيط للغاية، حيث نضبط مفاتيح الدوران والموضع في منتصف الحركة ومرة ثانية في نهايتها، فننتهي! لنفكر الآن بالقوى التي تتحكم باليويو. تسبب الجاذبية تسارع اليويو باتجاه الأرض مسببة تحرر التفاف الخيط، مما يجعل اليويو يدور حول محوره. عندما يصل إلى نهاية الخيط، ينعكس الدوران ويرتفع اليويو باستخدام المؤثرات الخارجية: Gravity and Motor Space Warps يمكننا محاكاة هذه الحركة، لكن إعداد المفاتيح يدوياً قد يكون أسهل من أجل هذه الكائنات البسيطة.

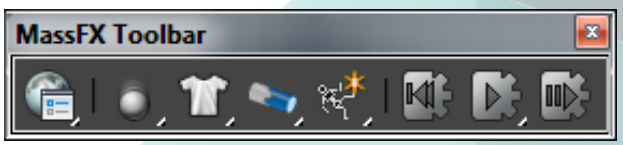
لكن قبل أن نسعى وراء التحريك Dynamics، نفكر بحركة فوشار الذرة Popcorn Popping. بالأخذ بعين الاعتبار جميع القطع، فان إعداد جميع مفاتيح الدوران والموضع قد يستغرق وقتاً طويلاً. هنا ومن أجل هذا النظام، يكون من المنطق استخدام التحريك الديناميكي Dynamics.

تسمح لنا أدوات التحريك الديناميكي بتعيين الكائنات المراد إدخالها في المحاكاة والقوى التي تتفاعل معها والكائنات المراد تضمينها في التصادمات. بعد أن يتم تعريف النظام، يحسب النظام MassFX تلقائياً حركة وتصادمات هذه الكائنات بالتوافق مع القوى العاملة، ثم تقوم بإعداد المفاتيح بالنيابة عنا.

**ملاحظة: إن MassFX ليس أول نظام يستند إلى الفيزياء موجود في البرنامج 3ds Max. في الإصدارات المبكرة من البرنامج كان يحتوي على الوسيلة Dynamics Utility، ثم استخدام نظام المفاعل Reactor System. استبدلت هذه الأنظمة بالنظام MassFX، الذي هو أسهل في الاستخدام والأقوى Robust بكثير من النسخ السابقة.**

## استخدام MassFX

لقد تم تطوير الملحق MassFX Plug-in من قبل شركة اسمها PhysX، وحاليا هي جزء من الشركة NVIDIA. إن MassFX هو قطعة برمجية معقدة مع تشكيلة هائلة من الميزات التي تتيح لنا تعريف الخواص الفيزيائية والقوى وجعل المشهد يولد تلقائياً الحركة الناتجة أثناء تفاعل الكائنات طالما أنها تتبع القوانين الفيزيائية.




تتواجد واجهة الملحق MassFX Plug-in في شريط أدوات بسيط يمكن فتحه باستخدام النقر باليمين على شريط الأدوات الرئيسي. يدعى شريط الأدوات MassFX، الموضح في الشكل. وهو بسيط جداً، يتضمن بضعة أزرار فقط. مع شريط الأدوات MassFX، يمكننا فتح صندوق الحوار MassFX Tools، حيث يعرف الكائنات والمقيدات Constraints المتضمنة في المحاكاة، والتحكم في المحاكاة Simulation. يتضمن شريط الأدوات أيضاً العديد من الأدوات العائمة Flyout يمكن وصفها في الجدول التالي:

| الأزرار | الاسم | التوصيف |
|---|---|---|
| | World Parameters | يفتح اللوحة World Parameters في صندوق الحوار MassFX |
| | Simulation Tools | يفتح اللوحة Simulation Tools في صندوق الحوار MassFX |
| | Multi-Object Editor | يفتح اللوحة Multi-Object Editor في صندوق الحوار MassFX |
| | Display Options | يفتح اللوحة Display Options في صندوق الحوار MassFX |
| | Set Selected As Dynamic Rigid Body | يضع نوع الكائن للكائن المحدد الديناميكي المتحرك |
| | Set Selected As Kinematic Rigid Body | يضع نوع الكائن للكائن المحدد المتحرك (يدوياً) |
| | Set Selected As Static Rigid Body | يضع نوع الكائن للكائن المحدد المستقر (غير متحرك) |
| | Set Selected as mCloth Object | يضيف المعدل mCloth Modifier للكائن المحدد |
| | Remove mCloth from Selected | يزيل المعدل mCloth Modifier من الكائن المحدد |

| | | |
|---|---|---|
| | Create Rigid Constraint | يضيف المقيد Rigid إلى المشهد المحدد لحركة كائنات معينة |
| | Create Hinge Constraint | يضيف المقيد Hinge إلى المشهد المحدد لحركة كائنات معينة |
| | Create Twist Constraint | يضيف المقيد Twist إلى المشهد المحدد لحركة كائنات معينة |
| | Create Universal Constraint | يضيف المقيد Universal إلى المشهد المحدد لحركة كائنات معينة |
| | Create Ball & Socket Constraint | يضيف المقيد Ball & Socket إلى المشهد المحدد لحركة كائنات معينة |
| | Create Dynamic Ragdoll | يضيف جميع متحكمات Dynamic Ragdoll إلى الهيكل العظمي Skeleton الحالي |
| | Create Kinematic Ragdoll | يضيف جميع متحكمات Kinematic Ragdoll إلى الهيكل العظمي Skeleton الحالي |
| | Remove Ragdoll | يزيل الشخصية Character المحددة من المحاكاة |
| | Reset Simulation | يعيد المشهد إلى حالته قبل المحاكاة |
| | Start Simulation | يبدأ المحاكاة مع الحركة Animation |
| | Start Simulation Without Animation | يبدأ المحاكاة بدون الحركة Animation |
| | Advance simulation by one frame | يحرك المحاكاة إلى الأمام إطار واحد |

تظهر أوامر MassFX أيضاً كقائمة خيارات في القائمة: MassFX ⇒ Animation.

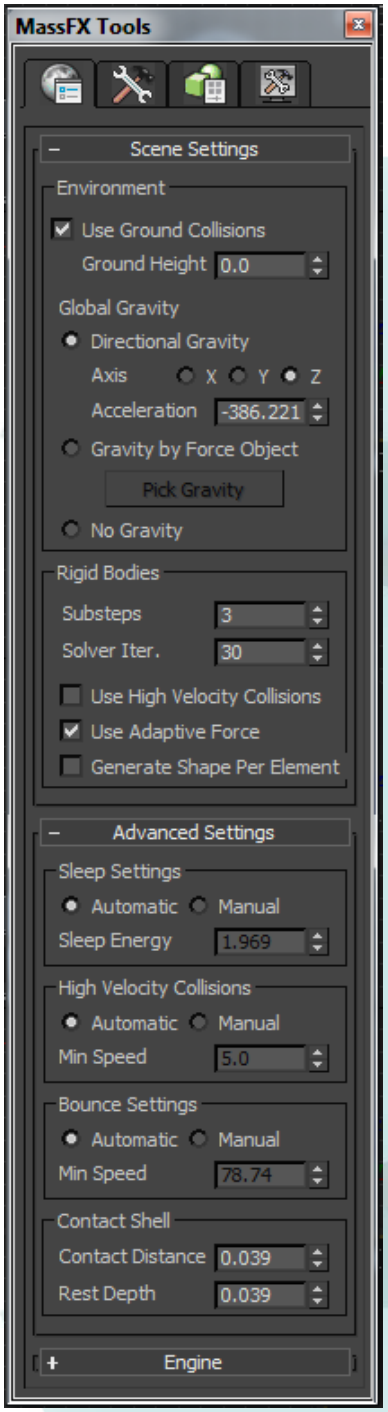
## عملية MassFX Process

قبل الخوض في تفاصيل MassFX، سنشرح باختصار العملية المسؤولة عن استخدام هذه الميزة. يعمل MassFX مع الكائن الهندسي المعرف ببعض الخواص الفيزيائية. بعد تعريف هذه الخواص، يمكن لمحرك MassFX أن يتولى الأمر ويحدد كيف ستتفاعل الكائنات المتنوعة مع بعضها البعض.

إن الخطوة الأولى هي تخصيص كل كائن لكي يتضمن نوع الكائن في المحاكاة Simulation. حيث يمكن أن يكون ديناميكي Dynamic، حركي Kinematic، أو ساكن Static. إن الكائنات الديناميكية هي احدى المتضمنة في المحاكاة، تطبق الكائنات الحركية Kinematic القوى إلى المحاكاة ويمكن تغييرها إلى كائن Dynamic للتفاعل مع الكائنات الأخرى، لكن الكائنات الساكنة Static لا تتحرك مثل الجدران والأرضية للكائنات المتفاعلة مع بعضها البعض. بالإضافة إلى نوع الكائن، يمكننا تحديد القيم: كثافة الكائن Density، الكتلة Mass، الاحتكاك Friction، الارتداد Bounciness باستخدام صندوق الحوار MassFX Tools. سوف تناقش هذه القيم لاحقاً في هذا الفصل.

عندما نخصص نوع الكائن، يتخذ شكلاً بديلاً Assumes a Proxy Shape تلقائياً يحيط بالكائن الذي يستخدم لحساب أي اصطدامات Calculate Any Collisions. لإبقاء حسابات المحاكاة بسيطة، يكون شكل البديل الافتراضي عادة صندوق أو كرة بسيطة. يسمح لنا MassFX باستخدام شبكة Mesh اصطدام أكثر تعقيداً، لكن عمل هذه المركبات حسابات المحاكاة، ويجب استخدامها بشكل مقتصد Sparingly. ضمن لوحة المحرر Multi-Object Editor لصندوق الحوار MassFX Tools، يوجد عدة خيارات لتعريف شبكة الاصطدام Collision Mesh، تتضمن أداة التوليد شبكة الاصطدام المخصص بالاعتماد على هندسة الكائن Object's Geometry.

## إنشاء خصائص المحاكاة Establishing the Simulation Properties




يفتح صندوق الحوار MassFX Tools، الموضح في الشكل، باستخدام الزر الأول في شريط أدوات MassFX Toolbar، أو باستخدام أمر القائمة: Animation ⇒ MassFX ⇒ Utilities ⇒ Show MassFX Tools ⇒ MassFX Tools. يتضمن صندوق الحوار هذا أربعة لوحات منفصلة، وكل زر عائم في شريط الأدوات MassFX Toolbar يوفر وصولاً إلى اللوحات المختلفة.

اللوحة الأولى هي البارامترات العالمية World Parameters، تتضمن إعدادات القيم العالمية. هذه القيم هي الإعدادات العامة للمحاكاة. تعرف القيم العامة في اللوحة World Parameters المطبقة لجميع الكائنات المتضمنة في المحاكاة، لكن القيم الفردية يمكن تغييرها لكل كائن فردي باستخدام الإعدادات في اللوحة Multi-Object Editor.

افتراضياً، يعرف مستوي الأرضية ككائن ثابت Static Object، وتفعيل الجاذبية Gravity. يمكننا تغيير قيمة الجاذبية وجعلها قيمة موجبة لتقابل الكائنات المرتدة إلى الأعلى Float Upward باستخدام الإعدادات العالمية في اللوحة World Parameters. يمكننا استخدام الزر Pick Gravity لتحديد الكائن Gravity Space Warp في المشهد لتعريف الجاذبية.

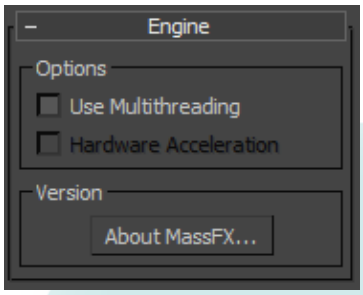
يقرر العدد Substeps كمية الحسابات التي تمر بها المحاكاة. عموماً، القيم العليا تكون الأكثر دقة لاصطدامات المحاكاة وتأخذ أطول فترة للإكمال. وهذا يؤثر أيضاً بالقيمة Solver Iterations. تتطلب القيمة Solver Iterations الكثير من القيود والاصطدامات Constraints and Collisions، لكن القيمة أكثر من 30 هو مبالغة Overkill.

بعض الكائنات مثل قذيفة Projectile، ستتحرك بسرعة كبيرة جداً، يمكننا تفعيل الخيار Use High Velocity Collisions. يستخدم هذا الخيار خوارزمية Algorithm مختلفة حيث تمنع التداخل الإجمالي من سطوح الكائنات عند السرعة العالية.

يسبب الخيار Use Adaptive Force تعديل قيم القوة Force في المحاكاة ضمن مدى لمنع المشاكل التي سببها القيمة الصفرية Zero للقوى عند حسابات المحاكاة. ينشئ الخيار Generate Shape Per Element شبكة اصطدام مفصلة لكل عنصر جزئي Subobject للكائن عند تفعيله. إذا تم تعطيله Disabled، يصبح الكائن كاملاً شبكة اصطدام مفردة، التي يمكن أن تؤدي إلى أقل اصطدامات دقيقة، لكن النتائج أسرع.

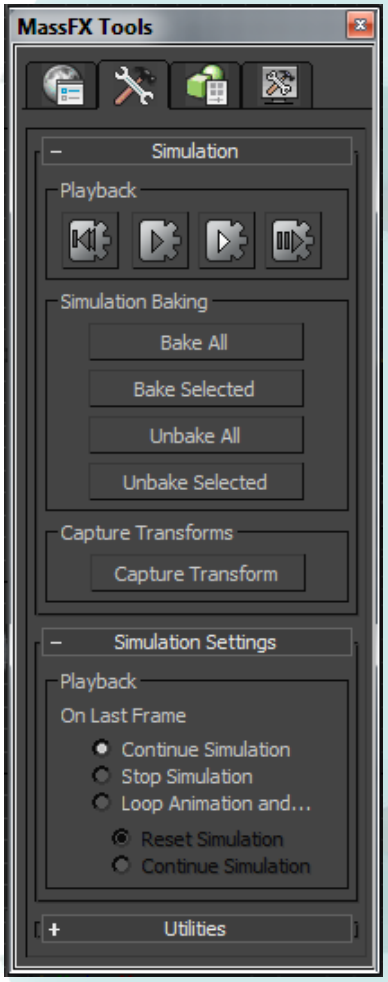
ضمن الشريحة Advanced Settings، يمكننا ضبط الإعدادات: Sleep, High Velocity Collisions، والإعدادات Bounce إلى: Automatic or Manual. إذا كان الخيار اليدوي Manual محدد، يمكننا ضبط القيم: Sleep Energy or Minimum Speed. تستخدم هذه الإعدادات للتحكم في كمية الارتجاف Jitter في المحاكاة. بينما تقترب الكائنات من التوقف، يمكنها أن ترتجف حول القيم الصغيرة عندما تحسب. إن الخيارات التلقائية Automatic عموماً جيدة في التحكم بالارتجاف، لكن إذا وجدنا بعض تلك الكائنات ما زالت تتحرك بسهولة أكثر من اللازم، نضبط الخيار إلى اليدوي Manual ونزيد قيمة العتبة Threshold.

يمكننا أيضاً ضبط القيم: Contact Distance and Rest Depth للاصطدامات في المشهد، والتي هي كمية التداخل بين شبكات Meshes الاصطدام المسموحة أثناء الاصطدامات وفي الاستراحة Rest. إذا كانت شبكات الاصطدام لا تستخدم صناديق محيطة، يسمح لبعض التداخل مما يجعل المحاكاة تبدو في حالة جيدة.




أخيراً، تتضمن الشريحة Engine خياراً لتفعيل خاصية تعدد المسارات Multithreading إذا كان نظامنا يتضمن معالج متعدد النوى Multiple Cores. يمكن للخيار Hardware Acceleration أن يستخدم بطاقات Nvidia لتسريع حسابات المحاكاة.

## بدء وتوقف المحاكاة Starting and Stopping the Simulation




بعد ضبط خصائص الكائن والإعدادات العالمية، يمكننا النقر على زر بدء المحاكاة Start Simulation في شريط الأدوات MassFX Toolbar أو من اللوحة Simulation Tools في صندوق الحوار MassFX Tools، الموضح في الشكل، وسوف تحسب النتائج فوراً وتعرض ضمن المسقط. تتضمن أيضاً الزر Reset Simulation لإعادة المشهد قبل المحاكاة والزر Advance simulation by one frame للتقدم خطوة خلال المحاكاة لإطار واحد كل مرة.

الخيار العائم تحت الزر Start Simulation يوجد الزر Start the Simulation without Animation. ينفذ هذا الزر المحاكاة بدون تغيير الإطار الحالي في شريط المسار Track Bar.

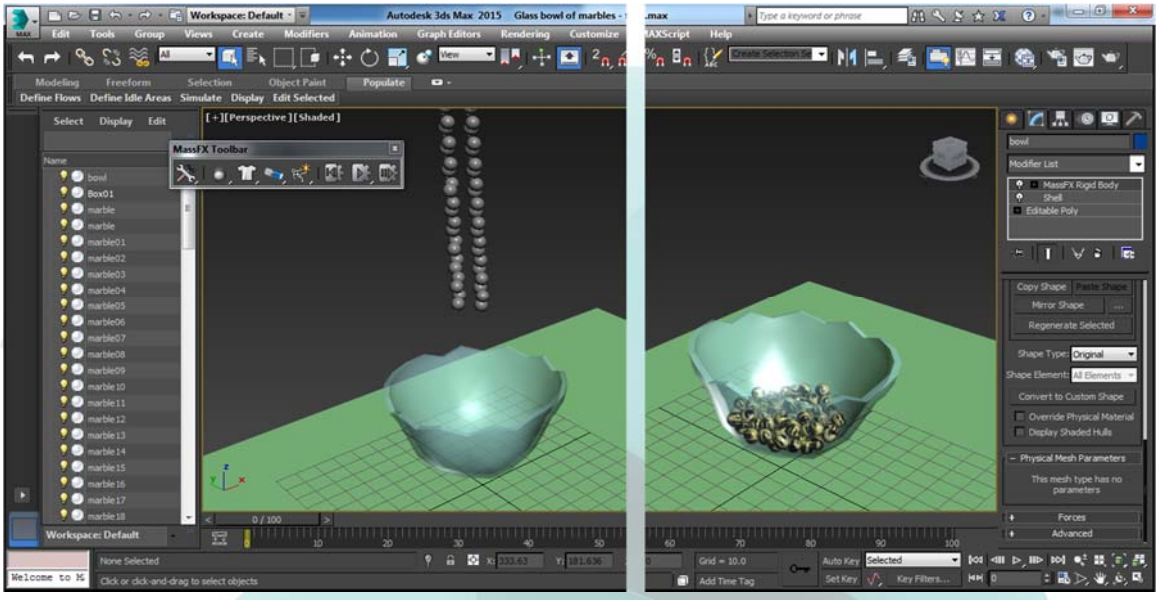
توجد أزرار أخرى أيضاً في القسم Simulation Baking، وكذلك القسم Capture Transforms. تتضمن الشريحة Simulation Settings عدة خيارات، والتي تعرف ماذا يعمل عندما يصل Reached إلى الإطار الأخير في الحركة Animation. إن الخيارات هي: Continue Simulation, Stop Simulation, or Loop Animation and: Reset Simulation or Continue Simulation. يجب أن ندرك أن أي حركة بعد الإطار الأخير لا تسجل Captured إذا شوينا الحركة Bake the Motion إلى داخل مفاتيح الإطارات Keyframes.

## تمرين: ملء وعاء زجاجي Filling a Glass Bowl

لنتخيل محاولة تحريك مجموعة من الكرات لتقع داخل وعاء زجاجي. إذا كنا نستخدم الإطارات المفتاحية، فان تحديد ما إذا كان الكائن سيغطي الكائن الآخر أم لا سيكون أمراً صعباً، لكن في هذا التمرين السريع سنرى قوة MassFX. لتحريك مجموعة الكرات إلى داخل الصحن الزجاجي، نتبع ما يلي:

1- يتم إنشاء مشهد يحتوي على نموذج طاولة عليها صحن زجاجي وعدة كرات موضوعة فوق فوهة الصحن.
2- النقر باليمين على شريط الأدوات الرئيسي، ونحدد MassFX Toolbar. ثم نحدد جميع الكرات فوق الصحن، وننقر الزر Set Selected as Dynamic Rigid Body.
3- نحدد كائن الطاولة Tabletop، وننقر الزر Set Selected as Static Rigid Body. ثم ننقر الزر Start Simulation، نلاحظ كيف أن الكرات تسقط جميعها وتنتشر على سطح المنضدة.

4- نحدد كائن الصحن، وننقر الزر Set Selected as Static Rigid Body. في اللوحة Modify، نضبط نوع الشكل Shape Type إلى Original في الشريحة Physical Shapes، ثم ننقر الزر Start Simulation مرة ثانية. في هذه المرة نلاحظ أن الكرات تدخل إلى الصحن. كما في الشكل.



## إعداد خواص الكائن Setting Object Properties

واحدة من أولى الخطوات في إنشاء المحاكاة هي تعريف خصائص الكائن. على سبيل المثال، كائن كرة بسيط في البرنامج 3ds Max يمكن أن يمثل كرة البولنغ Bowling Ball، برتقالة Orange، أو كرة تنس Tennis Ball. جميع هذه الكائنات ترتد بشكل مختلف جداً عندما تسقط من ارتفاع على الأرضية.

### إعداد نوع الكائن Setting Object Type

تشترك جميع الكائنات في محاكاة MassFX حيث يجب أن يخصص احدى أنواع الكائن الثلاثة، وهي:

- Dynamic: تتحرك هذه الكائنات عندما تصطدم Collide بالكائنات الأخرى. تتأثر الكائنات الديناميكية بالجاذبية Gravity.
- Kinematic: تؤثر هذه الكائنات على الكائنات الديناميكية الأخرى في المشهد، لكنها لا تتحرك عندما تصطدم بالكائنات الديناميكية. يمكن أن يحركوا ويزودوا بالقوة (بالطرق التقليدية) غالباً إلى المحاكاة. لا تتأثر هذه الكائنات الحركية Kinematic بالجاذبية.
- Static: تمتلك هذه الكائنات كتلة غير متناهية Infinite Mass ولا تتحرك عندما تصطدم بالكائنات الأخرى. تستخدم كثيراً لكائنات الأرض Ground والجدران Walls. وهذه الكائنات الساكنة Static لا تتأثر بالجاذبية.

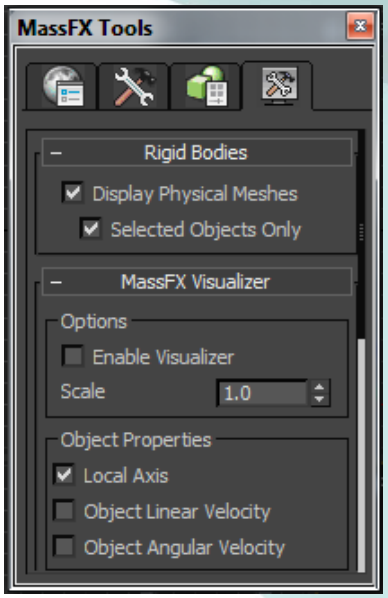
إن هذه الأنواع الثلاثة موجودة كأزرار في شريط الأدوات MassFX Toolbar. لتحديد كائن كأحد هذه الأنواع، نحدد الكائن ببساطة وننقر زر نوع الكائن في شريط الأدوات MassFX Toolbar. أي كائن تم تعريفه يضاف تلقائياً إلى المحاكاة. أي كائن في المشهد غير معرف سوف يهمل Ignored ببساطة. يمكن تحريك الكائنات Kinematic باستخدام مفاتيح الإطارات القياسية، وبعد ذلك يمكن تغييرها إلى كائنات Dynamic بإعطائها إطار باستخدام القيمة Until Frame الموجودة في الشريحة Rigid Body Properties. إن ذلك يوفر طريقة لإضافة القوى إلى المحاكاة مثل كرة الرخام Marble التي تتحرك لتضرب مجموعة الكرات الرخامية. قبل الاصطدام مباشرة، يمكننا وضع كرة الرخام المضروبة أن تصبح كائن Dynamic لذا تواصل حركتها وبعد ذلك تتفاعل مع كرات الرخام الأخرى اعتماداً على الفيزياء.

تستخدم قيم التثبيط Damping لإبطاء الحركة (الخطية Linear) والدوران (الزاوية Angular) من الكائنات في الحركة مع القيم العالية تسبب إنقاص سرعة الكائنات بسرعة.

تحت المعدل MassFX Rigid Body Modifier الذي يطبق إلى الكائن المحدد، يمكننا تحديد نمط الكائن الجزئي: Initial Velocity and Initial Spin، وعرض سهم الاتجاه الحالي للحركة أو الدورة الأولية. بينما تكون هذه الأنماط الجزيئية محددة، يمكننا استخدام الأداة Select and Rotate لتغييرها في المسقط. وهذا أسهل من إدخال القيم في الشريحة.

يتضمن المعدل أيضاً خياراً لتغيير موضع مركز الكتلة Center of Mass وتحريكه ومعالجة Manipulating تحول شبكة الاصطدام.

## عرض التفاعلات Displaying Interactions




يوجد في اللوحة Display Options لصندوق الحوار MassFX Tools عدد من الخيارات التي تشغل أو تعطل Turn On and Off لرؤية خواص المحاكاة. يعرض الخيار Display Physical Meshes شبكة الاصطدام لجميع الكائنات أو الكائنات المحددة فقط، إذا كان الخيار Selected Objects Only مفعّلاً.

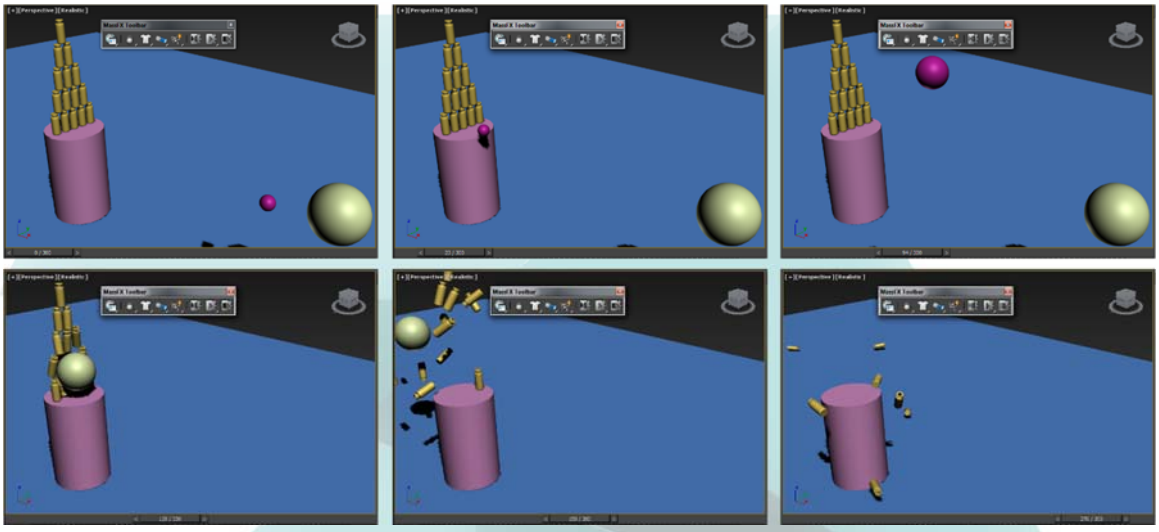
إذا فعّلنا الخيار Enable Visualizer، يظهر مدى كامل من الخواص المختلفة بينما تمضي المحاكاة، بضمن ذلك تعرض الأسهم سرعة الكائن، نقاط التماس بين الكائنات، وشبكات الاصطدام.

## تمرين: الضرب على علب الحليب Knocking Over Milk Cans

يمكننا إضافة حركة إلى كائنات المحاكاة بطريقتين. إحداها باستخدام القيم Initial Motion في الشريحة Advanced للوحة Multi-Object Editor في صندوق الحوار MassFX Tools. الطريقة الأخرى هي ضبط الكائن ككائن Kinematic والذي يتحرك باستخدام مفاتيح الإطارات القياسية وبعد ذلك تبديله إلى كائن Dynamic بإعطائه إطار باستخدام الخيار Until Frame في الشريحة Rigid Body Properties في صندوق الحوار MassFX Tools. لتحريك علب الحليب كما في لعب الكرنفال، نتبع الخطوات التالية:

1- يتم إنشاء مشهد يحتوي على علب حليب موضوعة على كائن أسطوانة سوية مع بعض الكرات.
2- النقر باليمين على شريط الأدوات الرئيسي، ونحدد شريط الأدوات MassFX Toolbar. ثم نحدد جميع علب الحليب الموضوعة فوق الأسطوانة، وننقر على الزر Set Selected as Dynamic Rigid Body. ثم ننقر الزر Multi-Object Editor في شريط الأدوات MassFX Toolbar، ونضبط الكثافة Density: 10 لجميع علب الحليب.
3- نحدد كائنات الأسطوانة والأرضية، ثم ننقر الزر Set Selected as Static Rigid Body.
4- نحدد كائن أصغر كرة، وننقر الزر Set Selected as Dynamic Rigid Body. ثم نفتح الشريحة Advanced ونضبط الخيار X Initial Velocity: -1 والقيمة Speed: 2500. ثم ننقر الزر Start Simulation في شريط الأدوات MassFX Toolbar، ونلاحظ كيف أن الكرة الأولى تسقط بمسافة قصيرة. ننقر الزر Reset Simulation في شريط الأدوات MassFX Toolbar.
5- ننقر الزر Time Configuration أسفل واجهة البرنامج، وفي صندوق الحوار Time Configuration، نضبط القيمة End Time: 300.

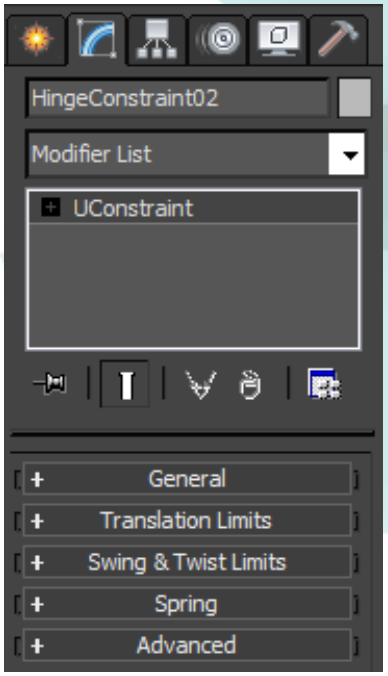
6- نحدد كائن الكرة الثانية، وننقر الزر Set Selected as Kinematic Rigid Body. ثم نفعّل الخيار Until Frame في الشريحة Rigid Body Properties، ونضبطها على 100. ثم نضبط القيم/ Density to 3, the X Initial Velocity value to -1, and the Speed value to 2500. ثم ننقر الزر Start Simulation في شريط الأدوات MassFX Toolbar، ونلاحظ كيف أن الكرة الثانية تضرب علب الحليب جميعها وتسقطها.



## استخدام المقيدات ومفاتيح الشوي Using Constraints and Baking Keys

إن المقيدات Constraints هي طرق لتحديد كمية الحركة التي يمكن للكائن أن يفعلها. يمكن أن يساعد استخدام المقيدات على التحكم بالكائنات في المشهد كما تتفاعل مع الكائنات الأخرى. ربما المقيد الأسهل ليس مقيداً للكل. إذا تم إعداد كائن ليكون ثابت Static، فهو لن يتحرك.

تتضمن المقيدات الأخرى في شريط الأدوات MassFX Toolbar: Rigid Constraint, Slide Constraint, Hinge Constraint, Twist Constraint, Universal Constraint, and Ball & Socket Constraint. يمكننا أيضاً أن نجد هذه المقيدات في أمر القائمة: Animation ⇒ MassFX ⇒ Constraints. لتطبيق المقيد، نحتاج إلى كائنين، ويجب تحديدهما. الكائن الأول الذي تم تحديده يصبح الكائن الأب Parent والثاني الكائن الابن Child.




ملاحظة: يمكننا أيضاً تحديد كائن وحيد وتطبيق مقيد عليه ثم بعد ذلك نلتقط Pick الكائن الأب لاحقا باستخدام الزر في اللوحة Modify.

بعد تحديد المقيد، يعنون الكائن المساعد: UConstraint ويضاف إلى المشهد، ويمكننا سحبه خارج الكائن المساعد لرؤية مدى تطبيق المقيد. عندما نحدد كائن مقيد مساعد، تعرض بارامترات المقيد في اللوحة Command Panel. يمكن جعل المقيدات قابلة للكسر Breakable، ويمكننا ضبط: Max Force and/or Torque لكسر المقيد. بعد كسر المقيد، لا يظهر له أي تأثير في المحاكاة.

ضمن القسم Connection في الشريحة General، يمكننا تبديل الكائنات المستخدمة ككائنات أب Parent أو ابن Child. تعرف الشرائح الإضافية: Translation Limits, Swing & Twist Limits, and

Spring، وتتضمن خواص كل نوع من المقيدات. يمكننا ضبط لكل مقيد الإعدادات: Locked, Limited, or Free حول كل محور. إذا كان الخيار Limited مفعّلاً، يمكننا ضبط الحدود باستخدام القيم مثل: Limit Radius, Bounce, Spring, and Damping.

بالرغم من أننا يمكن تحريك مساعد المقيد إلى حيثما نريده أن يكون، إن الأسهل في أغلب الأحيان لتعريف موقع المقيد يكون بموضع ارتكاز Pivot الكائن. باستخدام نمط الكائن الجزئي Child Attach Point، يمكننا تغيير نقطة ارتكاز المقيد Constraint's Pivot Point. يوجد أيضاً نمط الكائن الجزئي Child Initial Twist.

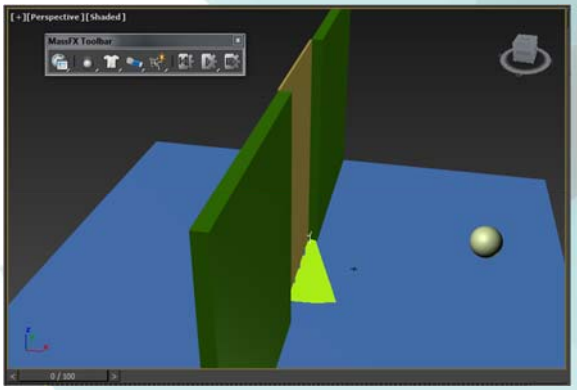
## تمرين: فتح الباب Opening a Door

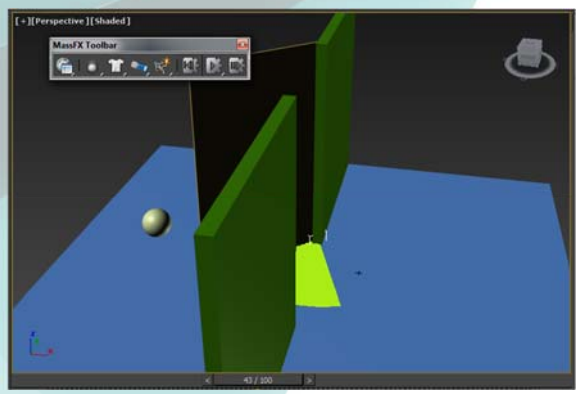
يمكن لكل من المقيدات تفعيل أنواع مختلفة من الحركة وبعض الحالات تتطلب عدة مقيدات، مثل مفصل Hinge الباب. لاستخدام المقيدات لتحديد حركة الباب، نتبع الخطوات التالية:

1- يتم إنشاء مشهد يحتوي نموذج باب بسيط بين جدارين.
2- نفتح شريط الأدوات MassFX Toolbar. ثم نحدد الكائنات: الباب Door، الكرة Ball، والجدار Wall، ثم ننقر الزر Set Selected as Dynamic Rigid Body. نحدد كائن الأرضية Floor، وننقر الزر Set Selected as Static Rigid Body.
3- نحدد الجدار البعيد ثم كائن الباب، وننقر Create Hinge Constraint من شريط الأدوات MassFX Toolbar. ثم نسحب في المسقط وننقر لضبط حجم المقيد. نحرك هيكل ارتكاز Gizmo المقيد بحيث يوضع الارتكاز Pivot بين الجدار والباب، وندور هيكل ارتكاز المقيد بحيث يسمح للباب للتحول بعيداً عن الكرة.
4- نحدد كائني الجدارين، ونضبط الكثافة Density: 1000 في الشريحة Physical Material Properties لصندوق الحوار MassFX Tools. إن ذلك يمنع الجدران من التحرك.

**تحذير: لا يمكن للكائنات الساكنة Static أن تستخدم كأب أو ابن للمقيد.**

5- نحدد كائن الكرة Ball، ونضبط/ Density: 20, X Initial Velocity: -1, and Speed: 5000. إن ذلك يعطينا ركلة جيدة وكافية للباب.
6- ننقر الزر Start Simulation في شريط الأدوات MassFX Toolbar. نلاحظ النتيجة النهائية.




## التقاط حركة المحاكاة كمفاتيح Capturing the Simulation Motion as Keys

بعد عملية إنشاء حركة المحاكاة، يمكننا التقاط الحركة كمفاتيح باستخدام أمر الشوي Bake. يوجد الزر Bake في الشريحة Rigid Body Properties للوحة Multi-Object Editor في صندوق الحوار MassFX Tools. تحتوي اللوحة Simulation Tools على عدة خيارات شوي مختلفة، تتضمن الخيارات: Bake All, Bake Selected, Unbake All, and Unbake Selected.

بعد عملية شوي الحركة، تظهر المفاتيح لكل كائن في المحاكاة على شريط المسار Track Bar، ويمكن معالجة Manipulated الحركة وتحريرها باستخدام أدوات الحركة والواجهة Track View.

تتضمن اللوحة Simulation Tools أيضاً على زر مفيد آخر. يسبب الزر Capture Transforms إعادة الوضع السابق للحالة الحالية للكائنات المحددة من موضعها الأولي الجديد. إذا تم استخدام الزر Reset Simulation، سوف يستخدم الموضع الحالي الجديد بدلاً من موضع الكائن الأصلي. وهذا جيد لأنه يعطينا فرصة لترك مكان الكائنات في بداية المحاكاة وبعد ذلك إعادتها في الموضع قبل بدء المحاكاة.

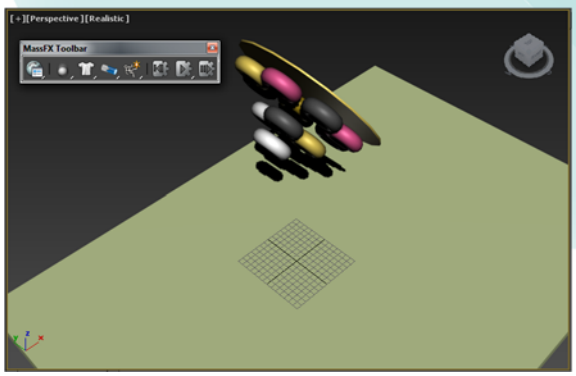
ضمن الشريحة Utilities للوحة Simulation Tools، يوجد الزر Explore Scene الذي يفتح صندوق الحوار Scene Explorer الذي يعرض جميع الكائنات المتضمنة في المحاكاة وخواص محاكاتها وتشمل: SimType, SimMode, SimEnabled, and SimBaked. من هذا المشهد، يمكننا تفعيل وتعطيل عدة كائنات أو تغيير نوع الكائن بسرعة.

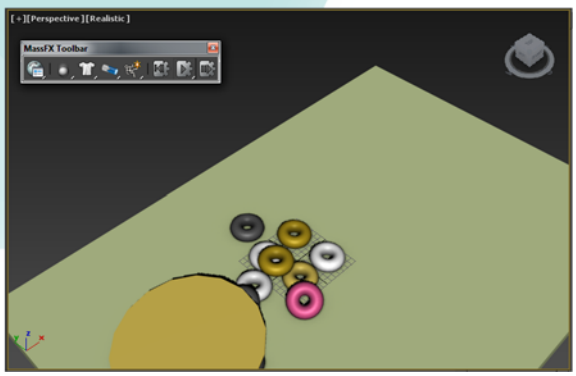
ينفذ الزر Validate Scene تدقيق سريع على المحاكاة، يبحث عن المشاكل المحتملة التي قد تصادف عند تصدير المشهد. يبحث عن النتائج مثل تغيير قياس الكائنات غير المنتظمة Non-Uniform Scaling والكائنات المحرفة Skewed Objects. يفتح الزر Export Scene صندوق الحوار الذي يمكننا من حفظ المحاكاة المصدرة. يتم تصدير المحاكاة باستخدام التنسيق PhysX and APEX (PXPROJ) format. بعد تحديد الاسم، يظهر صندوق حوار الإعدادات. باستخدام صندوق الحوار هذا، يمكننا تحديد اسم المجلد، يتضمن التحديد الملف FBX file، والتصدير كملف XML أو ثنائي Binary.

## تمرين: إسقاط صحن من الكعكات الحلقية Dropping a Plate of Donuts

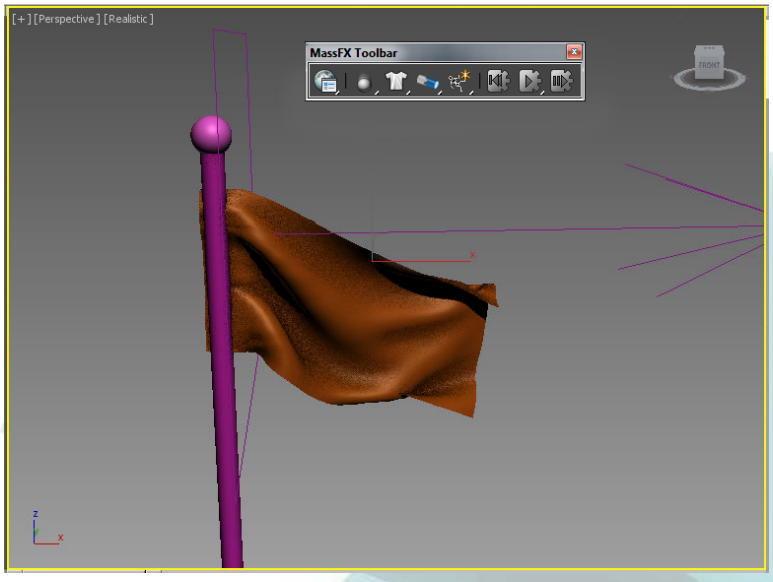
إذا افترضنا أن شخصاً يحمل مجموعة من الكعكات الحلقية على صحن وأنه يتعثر ويلقي الصحن من يده، الكعكات مبعثر في كل مكان، ستكون هذه الحركة صعبة أو على الأقل تأخذ وقتاً طويلاً، لكن ليس باستخدام MassFX. ولعمل ذلك المشهد نتبع الخطوات التالية:

1- يتم إنشاء مشهد يحتوي صحن بسيط من كعكات حلقية منشأة من كائنات أولية.
2- نفتح شريط الأدوات MassFX Toolbar، نحدد جميع الكعكات والصحن، وننقر الزر Set Selected as Dynamic Rigid Body.
3- لأن كائن الأرضية متراصف مع مستوي الأرضية، نتأكد فقط من تفعيل الخيارين: Use Ground Collisions and the Directional Gravity في اللوحة World Parameters لصندوق الحوار MassFX Tools.
4- ننقر الزر Start Simulation في شريط الأدوات MassFX Toolbar.
5- بعد اكتمال المحاكاة والنتيجة جيدة، ننقر الزر Bake All في اللوحة Simulation Tools من صندوق الحوار MassFX Tools، وتم إضافة مفاتيح الحركة إلى شريط المسار Track Bar.
6- بعد الاكتمال، ننقر زر التشغيل Play Animation (/) لرؤية النتيجة النهائية.



3- نحدد النمط Vertex Subobject في تكديس المعدلات Modifier Stack ونسحب فوق صف النقاط القريبة من السارية في المسقط الأمامي Front. ننقر الزر Make Group في الشريحة Group، ونسمي المجموعة: Flagpole ثم ننقر OK.




4- مع تحديد المجموعة Flagpole في اللوحة Modify، ننقر الزر Pin ونخرج من النمط Vertex Subobject.

5- ننقر على الزر Add في الشريحة Forces، ونلتقط Pick المؤثر Wind Space Warp في المسقط.

6- ننقر الزر Start Simulation في شريط الأدوات MassFX Toolbar. نلاحظ النتيجة النهائية.

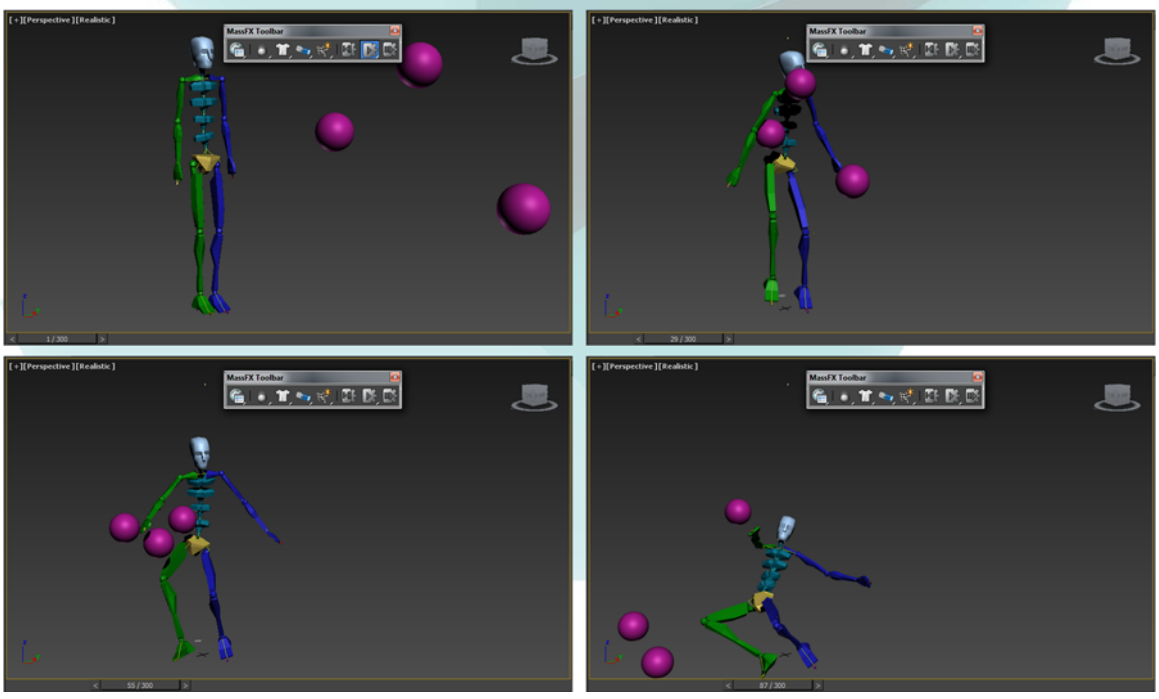
## تمرين: لعب كرة الخدعة Playing Dodge Ball

1- ننشئ مشهد يحتوي كائن Biped افتراضي وثلاث كرات.

2- نفتح شريط الأدوات MassFX Toolbar، نحدد الهيكل Biped كاملاً، وننقر الزر Create Dynamic Ragdoll.

3- نحدد جميع الكرات. ننقر المحرر Multi-Object Editor لفتح صندوق الحوار MassFX Tools، ونضبط الكثافة Density: 5 في الشريحة Physical Material Properties. ثم نضبط القيمتان/ Initial X Velocity: -2 with a Speed: 2500 في الشريحة Advanced.

4- ننقر الزر Start Simulation في شريط الأدوات MassFX Toolbar.



# الفصل / 50
# العمل مع الشعر والملابس WORKING WITH HAIR AND CLOTH

بعد رؤية العديد من النماذج ثلاثية الأبعاد الصلعاء بسبب عدم إمكانية وجود ملحق للشعر Hair Plug-in في الإصدارات السابقة للبرنامج، يمكننا التصريح بأن الصلع مملّ. أصبح الآن البرنامج Autodesk® 3ds Max® 2015 يمتلك الشعر Hair والفراء Fur، لذا نتوقع رؤية مستوى الواقعية لعدد من المصممين سوف يأخذ منحنً متقدماً.

إن إضافة الشعر إلى الشخصيات هي قفزة كبيرة للأمام، لكن المصدر المهم الآخر هو الملابس أو القماش. إن إنشاء القماش ليس بالشيء الصعب. في الحقيقة، مع الكائن المستوي Plane الأولي، يمكننا إنشاء بسهولة: بطانية مستقيمة جداً Straight Blanket، منشفة Towel، أو علم Flag. على أية حال، إن تحريك الملابس بواقعية والتي تغطي الشخصية أمر صعب جداً، والأفضل استخدام محركات ديناميكية مثل MassFX's mCloth.

بالرغم من أننا يمكن البقاء على تحريك مجاميع الملابس باستخدام mCloth، إلاّ أن البرنامج 3ds Max يمتلك أيضاً نظام منفصل بذاته لمحاكاة القماش بشكل ملائم يسمى Cloth الذي يمكننا استخدامه لإنشاء قماش قابل للتشويه Deformable وللتحريك بصورة حسنة.

يمكن لأنظمة الشعر والملابس المتخصصة إنشاء شعر واقعي مقبول، لكن الفائدة الحقيقية التي تجعل الشعر والملابس يكون بشكل حي وجود القدرات الديناميكية لكلاهما. باستخدام هذه الأنظمة، يمكننا محاكاة شعر يتحرك بتأثير الريح والقماش الذي يلتف حول الكائنات.

## فهم الشعر Understanding Hair

إن طريقة تعامل البرنامج 3ds Max مع الشعر هي طريقة متفردة وتحتاج إلى بعض الشرح. يتعامل الشعر، مثل أنظمة الجزيئات Particle Systems، مع الآلاف من العناصر الصغيرة التي يمكنها أن توقف حتى أكثر الحواسب قوة عن العمل إذا لم تتم إدارتها بشكل جيد.

لا يتواجد الشعر في البرنامج 3ds Max ككائن هندسي، لكن يتم تطبيقه على كائنات المشهد كمعدّل Modifier منفصل. إن هذا المستوى من الفصل يحافظ على حل تطبيق الشعر مستقلاً عن الكائن الهندسي ويجعل من تحريك الحل أو إلغائه أمراً سهلاً. كما أنه يحفظ إظهار المساقط من المشاكل. إن المعدل Hair and Fur Modifier هو معدل ذو فضاء عام World Space Modifier (WSM)، وهذا يعني أنه يطبق باستخدام الإحداثيات World Space Coordinates بدلاً من الإحداثيات المحلية.

النصف الآخر من الحل Hair and Fur Solution هو مؤثر معالج إظهار Render Effect يسمح بمعالجة إظهار الشعر. يتم تطبيق هذا المؤثر وتشكيله تلقائياً عند تطبيق المعدل Hair and Fur على كائن ما. يسبب ذلك معالجة إظهار المشهد الذي يحتوي على الشعر في مرحلتين: تتم أولاً معالجة إظهار الكائن الهندسي ثم متبوعاً بالشعر.

**ملاحظة: يمكن معالجة إظهار الشعر عند تحديد المسقط المنظوري Perspective أو الكاميرا Camera view فقط، لا يمكن معالجة إظهار الشعر في أي من المساقط المتعامدة Orthogonal.**

يوجد تشابه آخر مع أنظمة الجزيئات وهو أنه يمكن استبدال بصيلات الشعر Hair Follicles بكائن هندسي مثيل، وبذلك يمكننا إنشاء نموذج لرأس عود ثقاب باستبدال الشعر بمثيل عن عود الثقاب Matchstick.

**ملاحظة: استخدام الكائن الهندسي المثيل مع نظام الفراء Fur طريقة مهمة لإنشاء ووضع النباتات Plants وتغطية الأرضية Ground Cover.**