تأثير ظروف التشغيل على عمر أداة القطع في التفريز المحيطي

يونس فاخر عودة عبدالله الشميساوي

الجامعة التقنية الجنوبية / المعهد التقني في الناصرية

younisfakher@yahoo.com

الخلاصة :

يهدف البحث إلى دراسة تأثير أربع قيم من سرعة دوران سكينة التفريز (600 r.p.m، 700 ،800 ، 900) باعتبارها دالة لسرعة القطع في التفريز المحيطي لخمس قيم من معدل التغذية (0.4 mm، 0.6 ، 0.8 ، 1.0 و 1.2) على عمر أداة القطع بالتفريز المحيطي باستعمال معدن الفولاذ المتوسط الكربون ($DIN\ CK_{45}$)، حيث حُسِب عمر أداة القطع نظرياً وعملياً بالاعتماد على معادلة تايلور(Taylor's Equation) لـ (٦٠) عينة اختبار .

أوضحت نتائج البحث ان معدلات التغذية المتوسطة مع سرعة متوسطة لماكنة التفريز المحيطي تعطي عمراً اطول لاداة القطع، وان الزيادة في سرعة القطع مع معدل تغذية يزيد عن الواحد الصحيح يؤدي الى انهيار الحد القاطع لسكينة التفريز في عملية التفريز المحيطي وان سرعة القطع التي تقع بين (100 m/se) و (125 m/sec) مع معدل تغذية قليل (0.6 mm) هي القيم التي تحقق معادلة تايلر، واثبتت الدراسة ان معدل عمر اداة القطع سيكون ملائما لعمليات التشغيل بالتفريز المحيطي عند سرعات القطع المتوسطة ومعدلات التغذية المتوسطة ، اذ ان سرعة القطع العالية مع معدل تغذية اكبر من (1mm) يؤدي الى انخفاض عمر اداة القطع اثناء عمليات التشغيل ، وان الدراسة الحالية أعطت نتائج عملية تحقق معادلة تايلر اللوغارتمية.

الكلمات المفتاحية : عمر اداة القطع ، التفريز المحيطي ، سرعة القطع ، التغذية

Abstract :

The paper aims to study the effect of four values of the rotational speed of the cutting tool (600, 700, 800, 900) r.p.m as a function of the cutting speed of the peripheral milling versus of five values of the feed rate (0.4, 0.6, 0.8, 1.0 and 1.2) mm on the tool life in peripheral milling, using medium carbon steel ($DIN\ CK_{45}$), The tool life was calculated theoretically and experimentally using Taylor's Equation for (60) test specimens.

Search Results showed that moderate feed rates with medium-cutting speed of machine peripheral milling give a longer life to the tool cutting, and that the increase in cutting speed with the feed rate more than the right one leads to the collapse of the cutting edge of the milling cutter in the peripheral milling process, and the pieces that fall between (100 speed m / se) and (125 m / sec) with a little feed rate (0.6 mm) are the values that check Tyler's equation, and the study proved that the tool life rate would be appropriate for the peripheral milling operations at medium speeds and moderate feed rates, as the cutting speed with high feed rate greater than (1 mm) leads to reduced cutting tool life during operations, and that the current study has given practical results achieved Tyler 's logarithmic equation.

Key words : tool life , peripheral milling , cutting speed , feed .

١ – المقدمة والدراسات السابقة:

تعد عملية القطع (Cutting Process) إحدى طرق الإنتاج الميكانيكي للحصول على قطعة معدنية ذات أبعاد هندسية محددة وذلك بإزالة جزء من المعدن تدريجياً على شكل شريط (Chip) . (Geoffrey,1975)

تعرف ظروف التشغيل (Machining Conditions) بأنها مجموعة من القيم والأرقام التي تسيطر على عملية التشغيل وأداء الماكنة وتتمثل في سرعة القطع (Cutting speed)، معدل التغذية (Feed rate) وعمق القطع (Cutting depth) فضلاً عن الخواص الميكانيكية للمشغولات وطبيعة الإنتاج المطلوب من حيث البساطة والتعقيد في التركيب (Larmmy,1988).

لقد أصبح الاهتمام كبيراً بنوعية الإنتاج فضلاً عن كميته وذلك في التركيز على ظروف التشغيل الميكانيكي التي تستند على التجربة والتحليل الدقيق والتطابق مع رغبة المستهلك (Amstead *et al.*,1984)، وفي واقع الأمر فان عمليات التشغيل بشكل عام يمكن ان تتغير من مدة الى

أخرى تبعاً لظروف التشغيل اعتماداً على التغيير النوعي في خواص المشغولات الناتجة وخواص عدد القطع وطرق استعمالها بشكل علمي مما يؤثر في جودة المواصفات الميكانيكية مثل المتانة والصلادة ومقاومة التآكل (Taylor, 1906) .

الباحثون (Yanda *et al.*,2010) درسوا العلاقة بين ظروف القطع ودرجة الإنهاء السطحي وعمر أداة القطع في عملية الخراطة للسبيكة (FCD700) عند سرعات قطع مختلفة تراوحت بين (٢٢٠ و٣٦٠) m min /عند قيم من التغذية بين (0.2 الى 0.5)mm/rev وقد توصلوا الى إن أعلى عمر لأداة القطع يمكن ان يصل الى 5.56 دقيقة عند سرعة قطع (220 r.p.m) ومعدل تغذية (0.2 mm/rev) .

الباحثان (Kayhan and Budak, 2012) قاما بدراسة عمر أداة القطع في عمليتي الخراطة والتفريز الطرفي (End Milling) في معرض دراستهما لتأثير استقرارية الماكنة في ظروف تشغيل مختلفة لثلاثة معادن مختلفة، إذ ان سرعة القطع المستخدمة كانت بين (15 – 260 m/min) مع ثبات قيمة التغذية، وقد توصل الباحثان الى ان أعلى عمر لأداة القطع هو (56 min) لمعدن (AISI 1040) .

ودرس الباحثون (Ahsan,2012) عمر أداة القطع الكاربيدية لسرعات قطع مختلفة (70–280) m /min عند تشغيلها على السبيكة (α–β Ti–alloy) في عملية الخراطة، وكانت حصيلة الدراسة ان زيادة سرعة القطع سوف تقلل من عمر أداة القطع .

وقد اعتمد الباحثان (Ishan *et al.*,2012; Kishoreand Kishore, 2012) على تقدير الكلفة الاقتصادية لعملية الخراطة على عمر أداة القطع ضمن دراستهما باستخدام السبيكة (s.s304) والتي تحددت بقيمتين فقط من سرعات القطع هما (50–75 m/min) مع قيمتين للتغذية (0.15–0.20 mm/rev)، حيث توصلت دراستهما الى ان أعلى عمر لأداة القطع هو ١٠٥ دقيقة عند اقل سرعة واقل تغذية ويبدأ عمر أداة القطع بالانخفاض عند زيادة سرعة القطع ومعدل التغذية .

لم تختلف استنتاجات الباحث (Raczkovi,2010) عن الباحثين الآخرين في مجال تأثير زيادة سرعة القطع ومعدل التغذية على انخفاض عمر أداة القطع بيد انه استخدم الخراطة المركبة (Hard Turning) مع إدخال عمق القطع (Cutting Depth) في دراسته .

في دراسة أخرى، استعمل الباحث (Ali Riza Motorcu) ثلاث قيم من سرعة القطع (100 – 140 – 196 m/min) مع ثلاث قيم لمعدل التغذية (0.06 – 0.084 – 0.1176 mm/rev) في دراسته لقياس تآكل عدة القطع وعمرها ومؤثرات أخرى عند خراطة السبيكة (AISI 52100) المعالجة بالتبريد المفاجئ ، وقد توصلت الدراسة الى ان عمر أداة القطع ينخفض عند زيادة سرعة القطع ومعدل التغذية .

ومن هذه النظرة السريعة لمجموعة البحوث والدراسات الأنفة الذكر ودراسات أخرى لم يرد ذكرها في هذا البحث حيث ركزت جميعها على تقدير عمر أداة القطع وذلك باستعمال معادن وسبائك مختلفة وظروف تشغيل مناسبة حسب مايتاح للباحثين من ظروف مختبرية ومعملية، ولكنها لم تتطرق الى تقدير عمر أدوات القطع في عملية التفريز المحيطي (Peripheral Milling) كواحدة من عمليات التشغيل الأكثر استخداما في الإنتاج الميكانيكي لانتاج المجاري والاخاديد في المشغولات وتصنيع المسننات بمختلف انواعها واشكالها علاوة على انتاج التروس المختلفة المستعملة في نقل الحركة والجرائد المسننة، وإن الاختلاف المبدئي بين آلات التفريز المبرمجة والآلات الأتوماتيكية ينحصر في أن الأولى تقدم برنامج تشغيل القطعة بصيغة رياضية (عددية)، على حامل خاص للبرنامج (شريط مثقب أو شريط مغنطيسي)، وتبقى عملية التنفيذ في النوعين واحدة. ويتم تشغيل السطوح المعقدة فراغياً، باقتران حركة الطاولة في الآلة مع القطعة

المشغولة في المستوى الأفقي بموجب الإحداثيين (X – في الاتجاه الطولي و Y – في الاتجاه العرضي) مع تحرك عمود الدوران ومقاطع الفرز رأسياً، لذا كان هدف البحث الحالي هو تقدير عمر أداة القطع في عملية التفريز المحيطي وفق ظروف التشغيل المعتمدة مثل سرعة القطع ومعدل التغذية وبيان مستوى تأثيرها على عمر أداة القطع (Tool Life) مع استخدام معدن الفولاذ المتوسط الكربون (CK_{45}) وفق المواصفة الألمانية (DIN)

٢ – الجانب النظري:

تعد عملية التفريز واحدة من عمليات التشغيل، وفيها يتم قطع المعدن بواسطة عدة متعددة الحدود القاطعة تدعى (سكينة التفريز) مثبتة على محور دوران يسمى عمود أدارة ماكنة التفريز (الشياق)، واستناداً الى اتجاه التغذية، فان عملية التفريز تقسم الى نوعين: التفريز الصاعد، وفي هذه العملية تدور عدة القطع باتجاه معاكس للتغذية أما التفريز النازل فان عدة القطع في هذه العملية تدور اتجاه التغذية نفسها (Geoffrey,1975).

تعرف سرعة القطع (Cutting Speed) بأنها المسافة الخطية التي يقطعها الحد القاطع للعدة بالنسبة الى السطح المشغل في اتجاه الحركة الرئيسة في وحدة الزمن، وتعتمد على قطر الشغلة، وعدد دورات عدة القطع وبحسب الصيغة الرياضية الآتية (Geoffrey,1975):

$$V_c = \frac{\pi D N}{1000} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث أن :

Vc = سرعة القطع (Cutting Speed)، وحداتها (m / sec) .

N = عدد الدورات بالدقيقة (r . p . m) .

D = قطر سكينة التفريز (mm) .

هناك مجموعة من العوامل يمكن ان تؤثر في سرعة القطع بشكل غير مباشر هي (Arshinov and Alekseev, 2000) :

- الخواص الميكانيكية والفيزيائية للمعدن او السبيكة تحت ظروف التشغيل .
- المادة الهندسية لأداة القطع .
- معدل التغذية وعمق القطع .
- الشكل الهندسي لعدة القطع .
- سوائل التبريد المستخدمة في عملية القطع .
- مقدار تآكل عدة القطع .

تعرف التغذية (feed) بأنها حركة العدة القاطعة بالنسبة الى الجزء المشغل، أو حركة الجزء المشغل بالنسبة الى العدة في اتجاه التغذية في مدة زمنية معينة، وتقاس بـ (mm/ rev) (Taylor, 1906)، وفي عملية التفريز، تعد من عناصر القطع الرئيسة في عمليات التشغيل كونها تؤثر بشكل مباشر على عمر أداة القطع بعملية التفريز، وهي دالة فيزياوية لعمر أداة القطع إذ يمكن استعمالها بشكل مباشر من لوحة مثبتة على بدن ماكنة التفريز .

ولأغراض تبسيط الحسابات للحصول على معدل التغذية يمكن اعتبار عدد أسنان سكينة التفريز مساوياً الى الواحد الصحيح لأن كل سن من أسنان سكينة التفريز يعد حداً قاطعاً يعمل بمفرده (Amstead *et al.*,1984) .

ان حساب عمر أداة القطع (Tool Life) يستند على معادلة تايلر (Taylor's Equation) التي يمكن تمثيلها بالصيغة الرياضية التالية (Amstead *et al.*,1984؛ Yanda *et al.*,2010 Arshinov *et al.*, 1973) :

$$V_c \times T^n = C \quad .....(2)$$

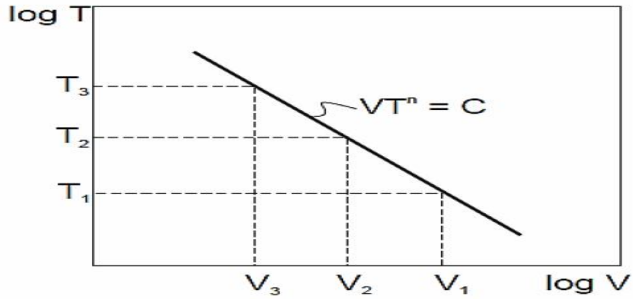
حيث ان :

Vc : سرعة القطع (m /min)

T : عمر أداة القطع (min)

C و n: مقدار ثابت يعتمد على خاصية المعدن المشغل وخواص العدة القاطعة (Kalpakjian *et al.*,2000) .

تعتمد هذه المعادلة بالأساس على مقدار سرعة القطع، وعلى قيمة الثوابت الموجودة فيها (n وC) وهي عبارة عن علاقة لوغارتمية عكسية بين عمر أداة القطع ومقدار سرعة القطع، وقد لخصها تايلر بالشكل (١):



الشكل (١) : العلاقة بين سرعة القطع وعمر أداة القطع في عمليات التشغيل الميكانيكي (Geoffrey,1975)

وبالتجربة العملية استطاع تايلر ان يحدد قيمة الثوابت في المعادلة طبقاً لطبيعة أداة القطع، الجدول(١) يوضح قيمة الثوابت لمعادلة حساب عمر أداة القطع (Taylor,1906) :

جدول (١) : قيمة الثوابت لمعادلة حساب عمر أداة القطع

Tool material		N	C (m/min)
High speed steel	Non-steel work	0.125	120
	Steel work	0.125	70
Cemented carbide	Non-steel work	0.25	900
	Steel work	0.25	500
Ceramic	Steel work	0.6	3000

وبالاعتماد على العوامل التي تؤثر في سرعة القطع مثل معدل التغذية وعمق القطع، فقد عُدلت معادلة حساب عمر أداة القطع بإضافة هذه العوامل الى المعادلة لتمثل مجموعة من الثوابت الأخرى التي لاتغير شكل العلاقة العكسية الأصلية ولكن يمكن منها التنبوء بعمر أداة القطع بشكل يتناسب وظروف التشغيل الميكانيكي لتكون بالشكل التالي (Raczkovi *et al.*,2011؛ Ali ,2011 ؛ Ahsan *et al.*, 2012 ؛ Ishan *et al.*, 2012):

$$Vc \,.\, T^n \,.\, f^m \,.\, d^k = C \quad .....(3)$$

حيث ان :

f : معدل التغذية (mm / rev)

d : عمق القطع (mm)

m و k : ثوابت أخرى تعتمد على الخواص الميكانيكية للشغلة ومعدن أداة القطع وتحدد في جداول عملية .

على فرض ان عمق القطع سيكون ثابتاً في اغلب عمليات التشغيل ومساوياً للواحد الصحيح فأن معدل التغذية هو الذي يتغير تبعاً لظروف التشغيل، لذا فان معادلة حساب عمر أداة القطع ستكون بالشكل الرياضي التالي :

$$Vc \cdot T^n \cdot f^m = C \quad \text{..... (4)}$$

وعليه يمكن استعمال معادلة تايلور (Taylor's Equation) التالية في حساب عمر أداة القطع :

$$Vc * T^{0.125} * f^{0.45} = 70 \quad \text{..... (5)}$$

وذلك كون أداة القطع المستعملة في هذه الدراسة هي من صلب السرعات العالية لأعمال الفولاذ والمعادلة أعلاه تطبق على هذا النوع من أدوات القطع، إذ استعمل أس التغذية (0.45) من جداول القطع (Ishan *et al.*,2012؛Ahsan *et al.*,2012 ؛Kayhan and Budak,2012 ؛Yanda *et al.*, 2010).

٣ – الإجراءات العملية :

٣ – ١ : تهيئة ظروف الاختبار :

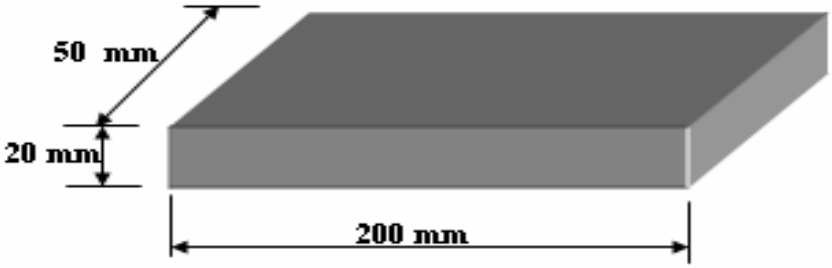
أجريت عمليات التفريز المحيطي الصاعد على ماكنة التفريزالمحيطي الجامعة نوع (IWASHITAN–K.65) ذات السرعة الدورانية القصوى (2000r.p.m) والقدرة الحصانية (24 KW) وان أقصى سرعة تغذية فيها على المحورين المتعامدين (45 mm / min) باستعمال عدة قطع (سكينة تفريز) بقطر (50mm)، زاوية الخلوص فيها (8º) بينما كانت زاوية الجرف (10º) بما يتناسب ونوع المعدن المستعمل في البحث بحسب توصيات المصدر (Geoffrey, 1975)، وقد استعملت عملية التفريز المحيطي الصاعد لاهميتها في انتاج مشغولات ميكانيكية ذات متانة جيدة ولانها تتحمل تشغيل بعمق قطع مناسب وتغذية يمكن السيطرة عليها وحساب الزمن المستغرق في كل شوط علاوة على السيطرة على اداة القطع (سكينة التفريز) من حيث سهولة التبديل، ويوضح الجدول (٢) التحليل الكيمياوي للفولاذ المتوسط الكربون (CK_{45} DIN) المستعمل في البحث الحالي، اذ يعد من اكثر المعادن استعمالاً في عمليات التفريز المحيطي لخواصه الميكانيكية الجيدة التي تتلائم مع انتاج وتصنيع التروس والجرائد المسننة، والذي حُلِلَ في مختبرات قسم الهندسة الميكانيكية في كلية الهندسة – جامعة ذي قار .

جدول (٢) التحليل الكيمياوي للفولاذ المتوسط الكربون (CK_{45} DIN) المستخدم في البحث

العنصر	C	Mn	Si	S	P	Mo	Cr	W	Cu	Ni	Fe
القيمة القياسية	0.42-0.5	0.5-0.8	0.4	0.03	0.035	-	-	-	-	-	Rem
القيمة العملية	0.458	0.61	0.277	0.005	0.005	0.027	0.15	0.14	0	0.23	0.157	98.1

يبين الشكل (٢) أبعاد العينة المستعملة في البحث، التي حُضرت على شكل لوح من الفولاذ المتوسط الكربون (CK_{45} DIN) بعدد ٦٠ عينة اختبار، وقد أجريت لها معالجة الحافات وتنظيف الزوائد العالقة من عملية القص مع تنظيف جيد لسطح العينة من الاكاسيد، مع الأخذ بنظر الاعتبار التناسب بين طول سكينة التفريز وعرض المشغولة لكي تتم عملية التفريز المحيطي بشكل متكامل، إذ أن هذا التناسب يساعد على

تغطية سكينة التفريز لوجه العينة المطلوب تشغيلها (Ishan *et al.*,2012). وقد أجريت عملية التفريز باستعمال سائل تبريد محلي (soluble water) مكون من الماء والصابون السائل بنسبة 3 لتر صابون لكل ١٠ لتر ماء .



الشكل (٢) أبعاد العينة المستخدمة في البحث من الفولاذ المتوسط الكربون (DIN CK_{45})

٣ – ٢ : أداة القطع

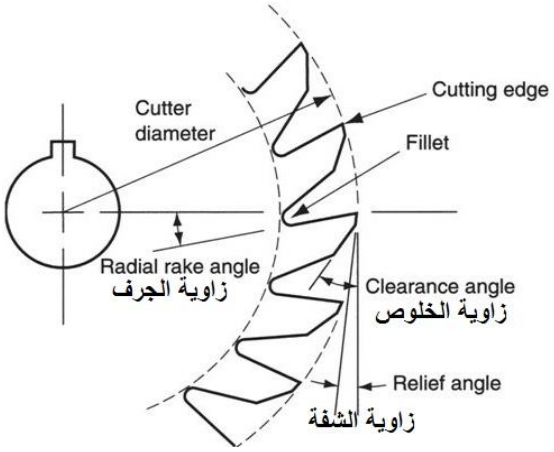
أُختيرت سكينة تفريز محيطي من صلب السرعات العالية (high-speed steel(HSS-718,F10 type، كأداة قطع، وقد أُختير تصميم إعداداتها ضمن المواصفات الفنية التالية :

زاوية الجرف : ٢٠ درجة

زاوية الخلوص : ٥ درجات

زاوية الشفة الأولية : ٤٥ درجة

زاوية الشفة الثانوية : ٣٠ درجة



الشكل (٣) مخطط لاداة القطع يوضح زوايا القطع

يبين الجدول (٣) النسب المئوية لمكونات سكينة التفريز التجارية

الجدول (٣) النسب المئوية لمكونات سكينة التفريز ذات العلامة التجارية :

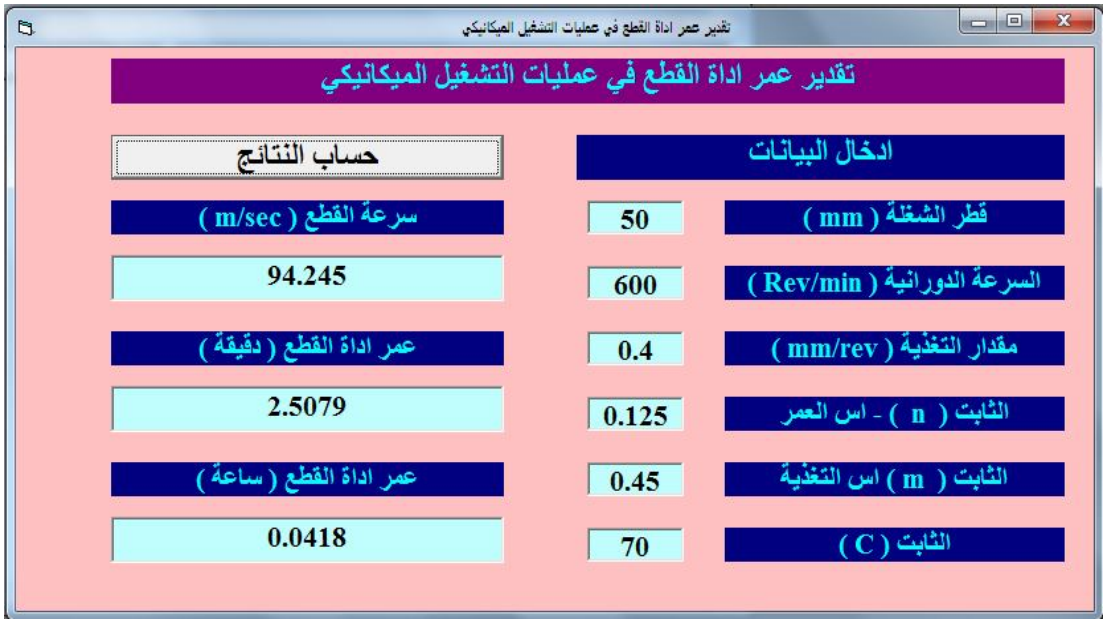
No.	Metal	% Carbide Tungsten	No.	Metal	% Carbide Tungsten
1.	F_e	64	8.	Co	7.38
2.	C	1.85	9.	Cu	4
3.	Si	1.8	10.	Nb	3
4.	Mn	3.49	11.	Ti	0.134
5.	Cr	3.15	12.	V	1
6.	Mo	6	13.	W	4
7.	Ni	0.005	14.	Al	0.183

٣ – ٣ : طريقة إجراء الاختبار :

المرحلة الأولى : الجانب التطبيقي :

أُستعين بالحاسوب في تصميم برنامج بلغة الفيجوال بيسك (Visual Basic 6) لغرض تهيئة النتائج النظرية وذلك بتطبيق معادلة تايلور ، تضمن البرنامج واجهة إدخال ظروف القطع مثل قطر سكينة التفريز والسرعة الدورانية ومقدار التغذية فضلاً عن مقدار الثوابت (C،m ،n) والحصول على سرعة القطع وعمر أداة القطع بالدقيقة وفق شفرة أعدت على ضوء معادلة تايلر ، وقد صُمم البرنامج ليشمل اغلب عمليات القطع مثل الخراطة والتفريز والتجليخ والتثقيب. الشكل (٣) يوضح صورة لواجهة البرنامج إثناء تطبيق إحدى ظروف القطع.

```
Private Sub Command1_Click( )
Vc = (3.1415 * D * N) / 1000
T = (C / (Vc * (f ^ m))) ^ (1 / n)
End Sub
```



الشكل (٣) : صورة لواجهة البرنامج أثناء تطبيق إحدى ظروف القطع الواردة في البحث الحالي .

المرحلة الثانية : الجانب العملي :

مع الاحتفاظ بقيمة ثابتة لعمق القطع وقطر سكينة التفريز المستعملة في الاختبار مما يؤدي إلى ثبات سمك الرايش الناتج ، فقد أجريت عملية التفريز لخمسة قيم مختلفة من معدلات التغذية mm / teeth (**0.4**، **0.6** ، **0.8**، **1**، **1.2**)، وان كل معدل تغذية يصاحبه تغيير في عدد الدورات r.p.m (**600**،**700**، **800**،**900**) وبمعدل ثلاث مرات لكل قيمة مفردة من التغذية وعدد الدورات، أي إن عملية التفريز المحيطي تضمنت (٦٠) تجربة قطع، (خمس قيم من التغذية × أربع قيم لعدد الدورات × ثلاث عينات لكل قيمة) مع استعمال ساعة توقيت، إذ يبدأ تشغيل ساعة التوقيت منذ اللحظة الأولى لملامسه سكينة التفريز لطرف الشغلة وتوقف ساعة التوقيت لحظة تغير شكل الرايش الناتج (Ahsan *et al.*,2012؛ Ishan *et al.*,2012؛ Kalpakjian *et al.*,2000) كون تغيير شكل الرايش هو نتيجة فعلية لبدء انهيار الحد القاطع وبدون زمن القطع (ان زمن تهيئة عدة القطع وتركيبها على الشياق غير محسوب ضمن عملية القطع)، ثم تُشحذ عدة

القطع والبدء بعملية تفريز أخرى وهكذا... مع تغير السرعة الدورانية الى رقم آخر والى مقدار آخر من التغذية.

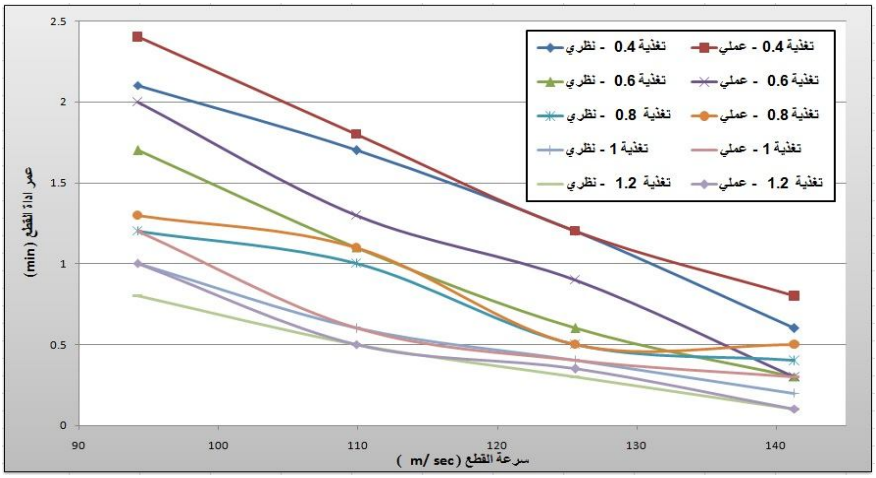
٤ – النتائج والمناقشة :

من الجانب النظري والعملي أمكن الحصول على النتائج المدونة في الجدول (٤) الذي يبين عمر أداة القطع لكل قيمة من قيم التغذية وسرعة القطع :

الجدول (٤): عمر أداة القطع (دقيقة) لكل قيمة من قيم التغذية وسرعة القطع

التغذية Feed (mm / rev)	سرعة القطع Cutting Speed (m / min)	عمر أداة القطع (دقيقة) Tool Life (min)	عمر أداة القطع (دقيقة) Tool Life (min)	النسبة المئوية للفرق بين النتائج العملية والنظرية %
		النتائج النظرية	النتائج العملية	
0.4	94.2000	2.1	2.4	12.5
	109.9000	1.7	1.8	5.6
	125.6000	1.2	1.2	0.0
	141.3000	0.6	0.8	25.0
0.6	94.2000	1.7	2	15.0
	109.9000	1.1	1.3	15.4
	125.6000	0.6	0.9	33.3
	141.3000	0.3	0.3	0.0
0.8	94.2000	1.2	1.3	7.7
	109.9000	1	1.1	9.1
	125.6000	0.5	0.5	0.0
	141.3000	0.4	0.5	20.0
1	94.2000	1	1.2	16.7
	109.9000	0.6	0.6	0.0
	125.6000	0.4	0.4	0.0
	141.3000	0.2	0.3	33.3
1.2	94.2000	0.8	1	20.0
	109.9000	0.5	0.5	0.0
	125.6000	0.3	0.35	14.3
0.0	0.1	0.1	141.3000	

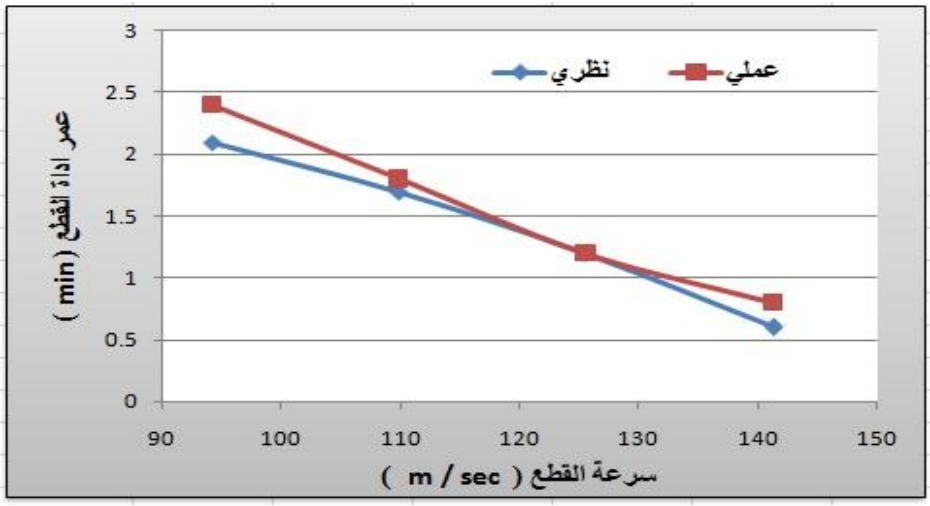
من البيانات الموضحة في جدول (٤) أمكن رسم العلاقة بين سرعة القطع (Vc) على المحور (X) وعمر أداة القطع بالدقيقة على المحور (Y) لكل معدل تغذية (Feed Rate) في الجانبين النظري والعملي وكما موضح بالشكل (٤) .



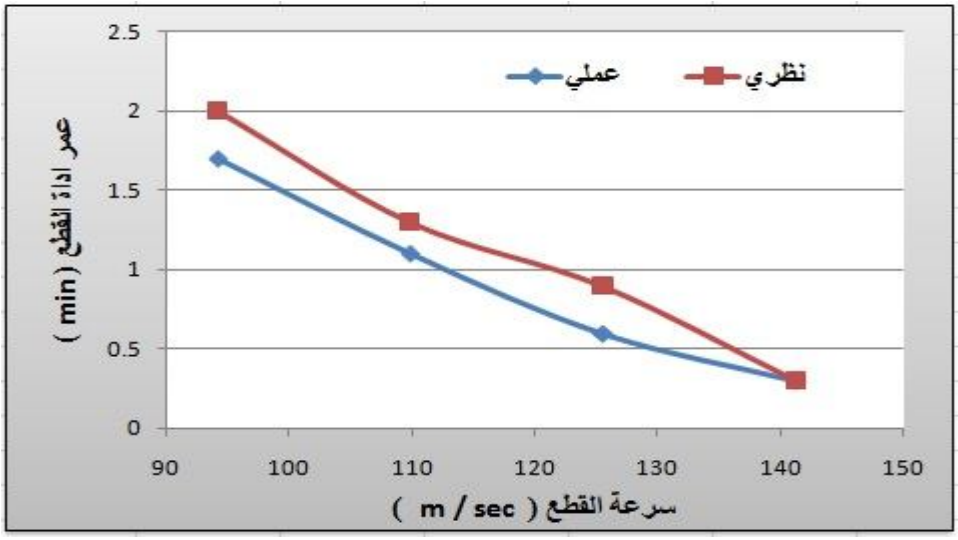
شكل (٤) العلاقة بين سرعة القطع وعمر أداة القطع بالدقيقة عند معدلات تغذية مختلفة (نظري مع عملي)

وتجدر الإشارة هنا الى أن معدل عمر أداة القطع بالدقيقة يرتبط بمعدل التغذية (كمؤثر وحيد في الجانب النظري فقط) طالما أن قطر سكينة التفريز ثابتا دون أن يكون له أي تأثير لسرعة القطع، والأمر يعود الى أن معدل التغذية مرتبط أساساً بالسرعة الدورانية، إذ أن زيادة معدل التغذية يتناسب طردياً مع زيادة الحد القاطع الناشيء لعدة القطع وبالتالي فأن الحد القاطع الناشيء سيؤثر بشكل مباشر على معدل عمر أداة القطع بالدقيقة. وأن الزيادة في معدل التغذية تؤدي الى زيادة في درجة حرارة القطع وبالتالي فأن أداة القطع تتعرض الى الانهيار السريع الأمر الذي يقلل من معدل عمر أداة القطع بالدقيقة.

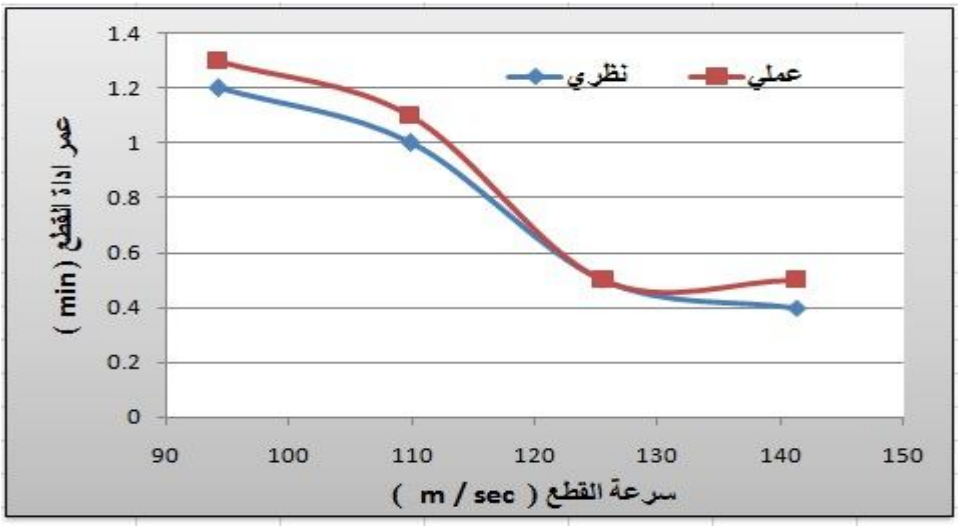
من النتائج النظرية والعملية أستعين بحزمة مايكروسوفت أوفيس اكسل ٢٠٠٧ لرسم العلاقة بين سرعة القطع وعمر أداة القطع لكل معدل تغذية لكي تتم المقارنة بين الجانبين النظري والعملي، الإشكال (٥، ٦، ٧، ٨، ٩) توضح هذه العلاقة لكل معدل تغذية :



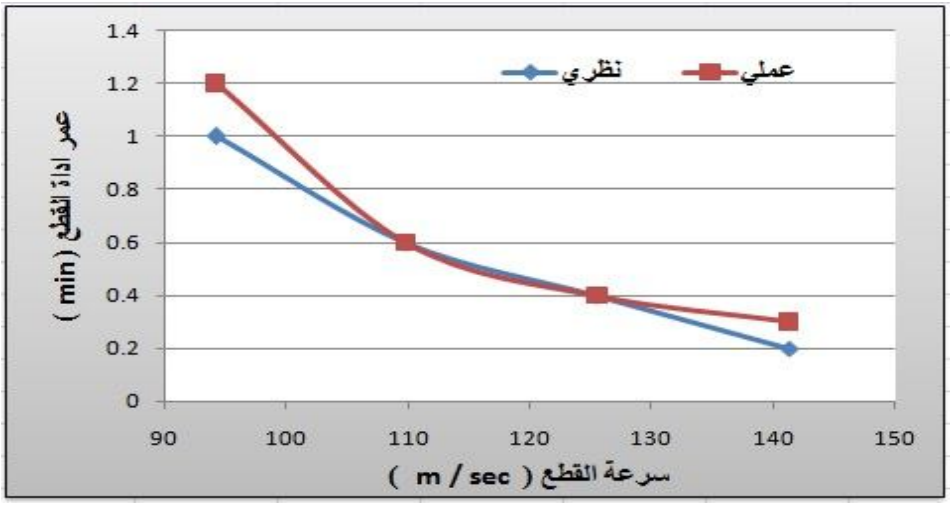
شكل (٥) المقارنة بين النظري والعملي لعمر أداة القطع عند معدل التغذية (٠,٤ mm/ rev)



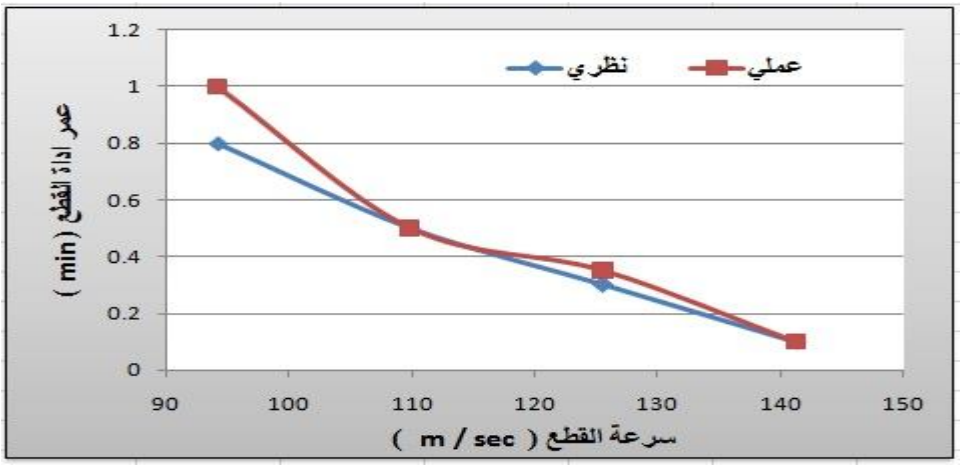
شكل (٦) المقارنة بين النظري والعملي لعمر أداة القطع عند معدل التغذية (٠,٦ mm/ rev)



شكل (٧) المقارنة بين النظري والعملي لعمر أداة القطع عند معدل التغذية (٠,٨ mm/ rev)



شكل (٨) المقارنة بين النظري والعملي لعمر أداة القطع عند معدل التغذية (١,٠ mm/ rev)

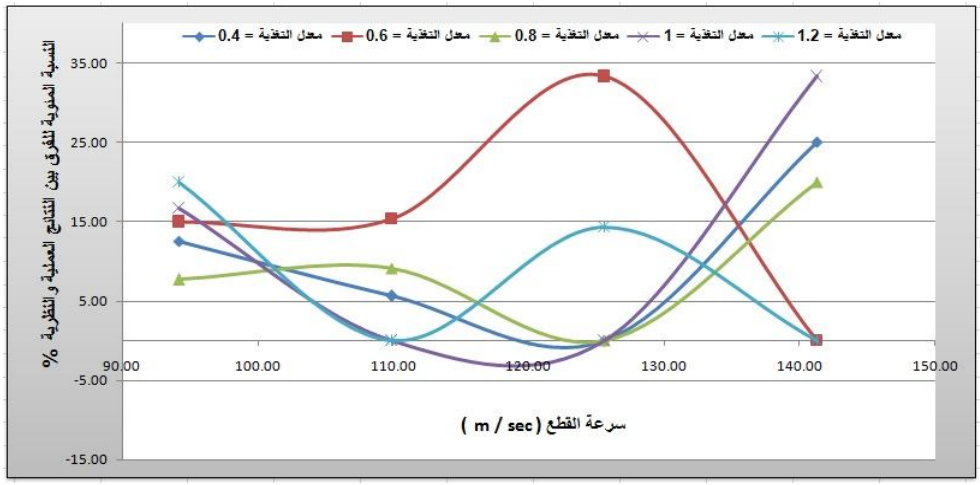


شكل (٩) المقارنة بين النظري والعملي لعمر أداة القطع عند معدل التغذية (١,٢ mm/ rev)

يمكن أن نلاحظ في الأشكال أن الزيادة في سرعة القطع عند أي معدل تغذية تؤدي الى انخفاض معدل عمر أداة القطع بالدقيقة. وقد أوضحت النتائج ان سرعة القطع العالية تزيد من انهيار الحد القاطع، الأمر الذي يقلل من عمر الأداة، وان التغذية لها اثر كبير في عمر أداة القطع إذ ان زيادة التغذية مع سرعة قطع عالية تؤدي الى تآكل اكبر في أداة القطع وبالتالي فأن عمر أداة القطع سينخفض الى حدود اقل.

وقد اوضحت النتائج النظرية والعملية ان معدلات التغذية المتوسطة مع سرعة متوسطة لماكنة التفريز المحيطي تعطي عمراً اطول لاداة القطع، وان الزيادة في سرعة القطع مع معدل تغذية يزيد عن الواحد الصحيح يؤدي الى انهيار الحد القاطع لسكينة التفريز في عملية التفريز المحيطي وان سرعة القطع التي تقع بين (100 m/se) و(125 m/sec) مع معدل تغذية قليل (0.6 mm) هي القيم التي تحقق معادلة تايلر.

الفرق الحاصل بين الجانبين النظري والعملي يعزى الى مهارة التشغيل والدقة في ضبط التوقيتات لانهيار الحد القاطع في سكينة التفريز المحيطي علاوة على ظروف التشغيل الاخرى المصاحبة لعملية القطع مثل استقرارية ماكنة التفريز والخلوص الحاصل بين المجموعة الميكانيكية لمكونات الحركة، الشكل (١٠) يوضح النسبة المئوية للفرق بين النتائج العملية والنظرية % لكل سرعة قطع ومعدل تغذية .



الشكل (١٠) النسبة المئوية للفرق بين النتائج العملية والنظرية %

الاستنتاجات:

في ضوء نتائج الدراسة الحالية يمكن التوصل إلى الاستنتاجات التالية:

١ – إن زيادة سرعة القطع التي تمثل دالة لعدد دورات سكينة التفريز تؤدي إلى انخفاض في عمر أداة القطع لنوع المعدن المحدد بالدراسة .

٢ – الزيادة في معدل التغذية كذلك تؤدي الى انخفاض في عمر أداة القطع .

٣ – تتطابق نتائج الدراسة الحالية مع نتائج الدراسات الأخرى الى حد كبير، حيث تتفق الدراسات (Yanda et al.,2010؛ Kayhan and Budak,2012؛ Ahsan et al.,2012؛ Ishan et al.,2012) على ان معدل عمر اداة القطع سيكون ملائما لعمليات التشغيل الميكانيكي عند سرعات القطع المتوسطة ومعدلات التغذية المتوسطة، اذ ان سرعة القطع العالية مع معدل تغذية اكبر من (1 mm) يؤدي الى انخفاض عمر اداة القطع اثناء عمليات التشغيل)، وان الدراسة الحالية أعطت نتائج عملية تحقق معادلة تايلر اللوغارتمية .

٤ – كل النتائج النظرية والعملية الموضحة في الأشكال البيانية الواردة في البحث الحالي تتوافق مع الشكل اللوغارتمي العام لتطبيق معادلة تايلر خاصة عند سرعة القطع العالية مع معدل التغذية الاقل .

التوصيات:

١ – يمكن اعتماد خطوات الدراسة الحالية في حساب عمر الحد القاطع في تشغيل المعادن اللاحديدية.

٢ – دراسة تأثير عوامل أخرى مثل عمق القطع وزمن القطع على عمر أداة القطع بالتفريز المحيطي.

٣ – دراسة تأثير العوامل الواردة في الدراسة الحالية نفسها، وهي:(سرعة القطع ومعدل التغذية) على عمر عدة القطع بالتفريز الجانبي أو التفريز الطرفي (End–Milling) .

المصادر

Ahsan, K.B., Mazid, A.M., Clegg, R.E., Pang G.K.H., 2012,*Study on carbide cutting tool life using various cutting speeds for α-β Ti-alloy machining*, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering ,Volume 55 , 2 Dec.

Ali Riza Motorcu , April,2011, *Tool life performances , wear mechanisms and surface roughness characteristics when turning austenised and quenched AISI 52100 bearing steel with with ceramics and CBN/TiC cutting tools* , Indian Journal of Engineering & Science , Vol.18, pp. 137 - 146 .

Amstead, B. H., Phillip, F. Ostwald, Myron, L. Begeman, 1984 ,*Manufacturing Processes* ،John Wiley & Sons ،7th Edition.

Arshinov,V., and Alekseev, G., 1973 " *Metal Cutting Theory and Cutting Tool Design*", 2nd edition, MIR Publishers, Moscow,.PP:20.

Geoffrey Boothroyd , 1975 , *Fundamentals of Metal Machining and Machine Tools*, MC Graw – Hill International Book Company.

Ishan, B .Shah, Kishore. R. Gawande, April 2012,*Optimization of Cutting Tool Life on CNC Milling Machine Through Design Of Experiments-A Suitable Approach–An overview*, International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT) , ISSN: 2249 – 8958, Volume-1, Issue-4.

Kalpakjian,S. and Schmidt, S.R." 2000, *Manufacturing Engineering and Technology*". Prentice Hall, Upper Saddle River,NJ..PP:25.

Kayhan, M. and Budak E., 2012 , *An experimental investigation of chatter effects on tool life, Proc*. IMechE Vol. 223 Part B: J. Engineering Manufacture .

Larmmy,M.B.,*Machining Processes –Turning & Milling*, Vol. 7,No.2, pp 72–74, 1988 .

Raczkovi L ., 2010 , *Tool Life of Cutting Tool in Case of Hard Turning* , Hungarian Journal of Industrial Chemistry, Vol.38(2) .pp.133-136 .

Taylor, F. W., 1906 , *On the Art of Cutting Metals*, American society of Mechanical Engineers .

Yanda H., Ghani, J.A., Rodzi M.N.A.M., K. Othman and C.H.C. Haron, 2010, *Optimization Of Material Removal Rate, Surface Roughness And Tool Life On Conventional Dry Turning Of Fcd700*, International Journal of Mechanical and Materials Engineering (IJMME), Vol.5, No.2, 182-190 .