مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية_ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (٤) العدد (١) 2020
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies- Engineering Sciences Series Vol. (4) No. (1) 2020

تحسين دقة الأبعاد لتصنيع الشعيرات المنصهرة

محمد بسام الخباز*

(تاريخ الإيداع ١٨ / ١ / ٢٠١٩ . قُبل للنشر ٢٧/ ٢ / ٢٠٢٠)

الملخص

في الدراسة الحالية تم استعراض و دراسة البارامترات في العمليات المؤثرة على دقة الأبعاد للأجزاء المنتجة باستخدام طابعة FFF Duplicator 4X 3D 4X 3D منخفضة التكلفة. وشملت البارامترات المدروسة للعملية، مواد الطباعة PM ، ومعدل الامتلاء IR ، وعدد من الهياكل NS و ارتفاع الطبقةLH ، التي تستخدم في الطباعة ثلاثية الأبعاد لتلبية وتحسين المتطلبات الوظيفية للشعيرات المنصهرة FFF ، للحصول على النماذج ذات دقة مقبولة.

الكلمات المفتاحية: الشعيرات المنصهرة – مواد الطباعة – معدل الامتلاء .

* استاذ في كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – جامعة دمشق.

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية_ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (٤) العدد (١) 2020
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies- Engineering Sciences Series Vol. (4) No. (1) 2020

Dimensional accuracy for the melt filaments manufacturing

Mohammad Basem Alkhabbaz*

(Received 18 / 1 / 2019 . Accepted 27 / 2 / 2020)

ABSTRACT

In the present study, the parameters and parameters affecting the dimensional accuracy of the parts produced using a 4X 3D Duplicator 4X 3D FFF printer were reviewed and studied. The parameters studied for the process included PM print materials, IR fullness rate, number of NS structures and LH layer height, which are used in 3D printing to meet and improve the functional requirements of FFF melt filaments, to obtain models with acceptable accuracy.

Key words: Fused Filament Fabrication (FFF) - PRINTING MATERIALS- FUUL RATE

*Professor in Faculty Of Electrical Engineering-Damascus University-Syria

المقدمة:

تمّ استعراض تأثير البارامترات العملية على دقة الأبعاد للأجزاء المنتجة باستخدام طابعة FFF Duplicator 4X 3D منخفضة التكلفة. وشملت البارامترات المدروسة للعملية مواد الطباعة PM، ومعدل الامتلاء IR ، وعدد من الهياكل NS وارتفاع الطبقة LH. ويمثل معدل الامتلاء النسبة المئوية التي توضح حجم النموذج الصلب الذي يجب ملؤه بالمادة عند طباعتها، أما عدد الهياكل يدل على عدد الخطوط العريضة المطبوعة على كل طبقة من الجسم ويظهر مدى كثافة الجدران الخارجية، وقد تمّ قياس الأبعاد الخطية باستخدام أداة قياس رقمية بدقة ٠,٠١ مم، وتمّ رسم مخططات الرسوم البيانية لتحليل المتوسطات (ANOM) للتحقيق في تأثير كل بارامتر، وتمّ تحليل التباين (ANOVA) بهدف تحديد أهمية تباين كل بارامتر بالنسبة للقياس المأخوذ كقيمة نسبية.

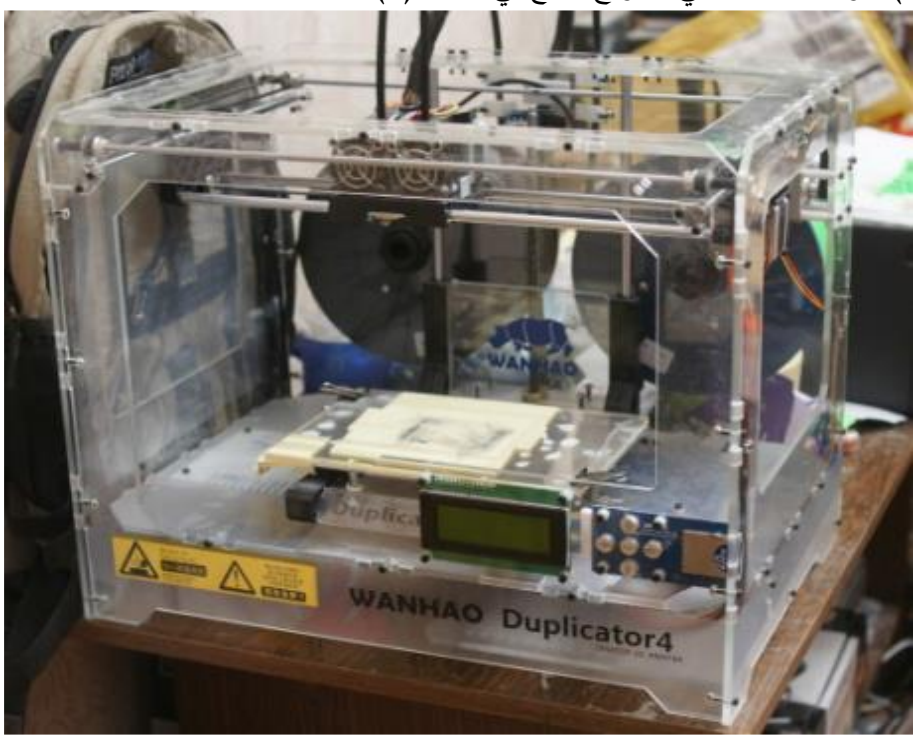
الهدف من البحث:

تطورت بشكل متسارع الطابعات ثلاثية الأبعاد، وأصبحت تقنيات النمذجة السريعة أو الطباعة ثلاثية الأبعاد إحدى الطرائق التكنولوجية التي تسمح للمصممين بإنتاج نماذج فيزيائية بسرعة ودقة جيدة إلى حد ما، وتتضمن مختلف عمليات التصنيع للنماذج الفيزيائية الصلبة على تقنيات حديثة تغني عن استخدام أدوات التشغيل والتشكيل.

وعملية الطباعة ثلاثية الأبعاد، هي عملية انتاج الأجزاء باستعمال طبقة ترسيب تلو الطبقة الأخرى من المادة، وهي تقنية ضرورية حيث أنها تخفض زمن التصنيع للمنتج حتى% 30–50 ، و إن كان الجزء النسبي معقد جدا [١] [٢]، و دورة الطباعة ثلاثية الأبعاد، تبدأ بتشكيل نموذج هندسي باستعمال برامج التصميم ثلاثية .

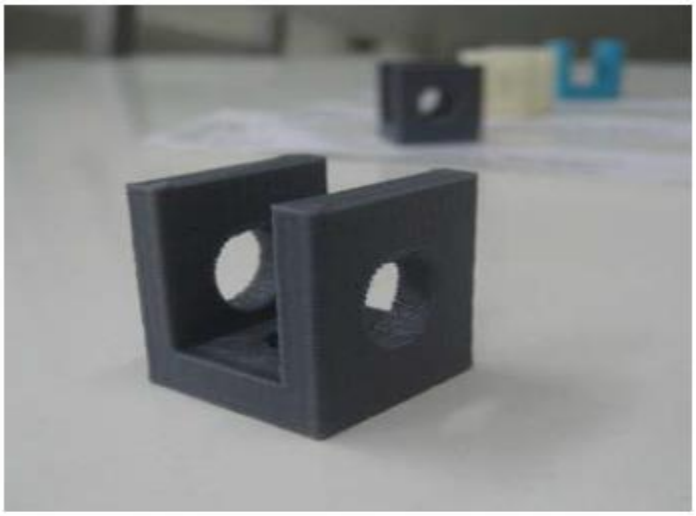
الاجراء التجريبي:

تمّ اجراء التجارب باستخدام طابعة Duplicator 4X 3D ، الشكل **(١)** و بإنتاج تسع نماذج كما الشكل **(٢)** ، و البناء التصميمي للنموذج الناتج في الشكل **(3)** .



الشكل(1) طابعةDuplicator 4X 3D

الشكل (2) نماذج تجريبية



الشكل(3) عينة اختبار

تمّ اعتمّاد مادتين للطباعة هما أكريلونيتريل بيوتادينستايرين (ABS) وحمض بولي لاكت (PLA) ، فيما تمّ اعتمّاد ثلاث متغيرات لكل واحد من البارامترات الأخرى كما هو في الجدول**(1)** بينما يبين الجدول**(2)** توزيع تغير هذه البارامترات على تسع حالات للنماذج التسع الموضحين في الشكل (٢) بالإضافة إلى أبعاد كل حالة على محاور x y z.

الجدول (1) البارامترات التصميمية

No	Process Parameter	1	2	3
1	Printing Material (PM)	ABS	PLA	-
2	Infill Rate (IR)	20%	50%	70%
3	Number of Shells (NS)	1	2	3
4	Layer Height (LH)	0.1mm	0.2mm	0.3mm

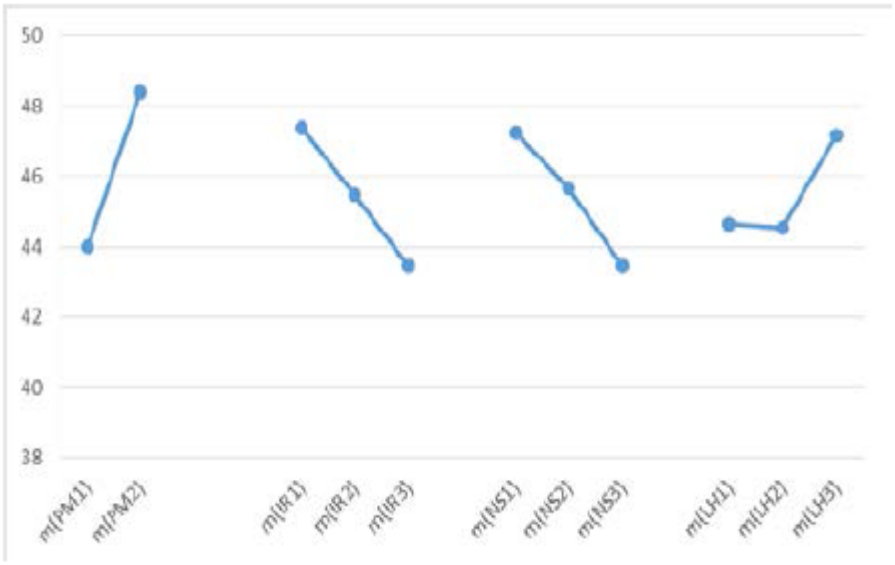
الجدول (2) توزيع تغير هذه البارامترات على الحالات التسع (النماذج)

No of Exp.	Process Parameters				Dimensional Performance (η_i)	
	PM	IR	NS	LH	XY Plane	Z Height
1	1	20	1	0.1	47.74	55.44
2	1	50	2	0.2	44.17	58.98
3	1	70	3	0.3	42.56	54.71
4	2	50	3	0.1	45.61	58.99
5	2	70	1	0.2	47.29	55.48
6	2	20	2	0.3	52.27	55.43
7	1	70	2	0.1	40.60	52.95
8	1	20	3	0.2	42.21	54.09
9	1	50	1	0.3	46.72	31.33
average					45.46	53.04

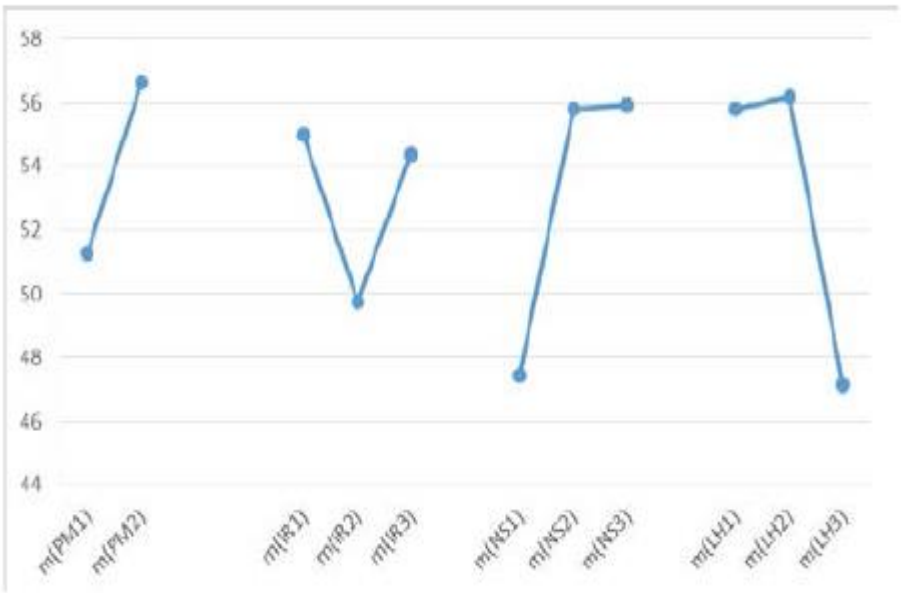
بعد اجراء اختبار ANOM باتجاه x ,y ، وباتجاه z ، حصلنا على النتائج المبينة في الشكل (٤) و (5) .

تم تحليل التباين (ANOVA) حيث يوفر تحليل (ANOVA) تصنيفًا مهمًا للعديد من العوامل التي تم تحليلها في الدراسة. فإنه يمكن تحديد وتعديل العوامل ذات التأثير الأعلى أو الأدنى بشكل مناسب لتتناسب مع المتطلبات بهدف تحديد أهمية تباين كل بارامتر بالنسبة للقياس المأخوذ كقيمة نسبية.

وأهمية نتائج تحليل (ANOVA) في بيان القيم النسبية لأهمية بارامترات العملية والموضحة في الجداول(**3**) و **(4)**.



الشكل (4) نتائج اختبار ANOM باتجاه x ,y



الشكل (5) نتائج اختبار ANOM باتجاه z

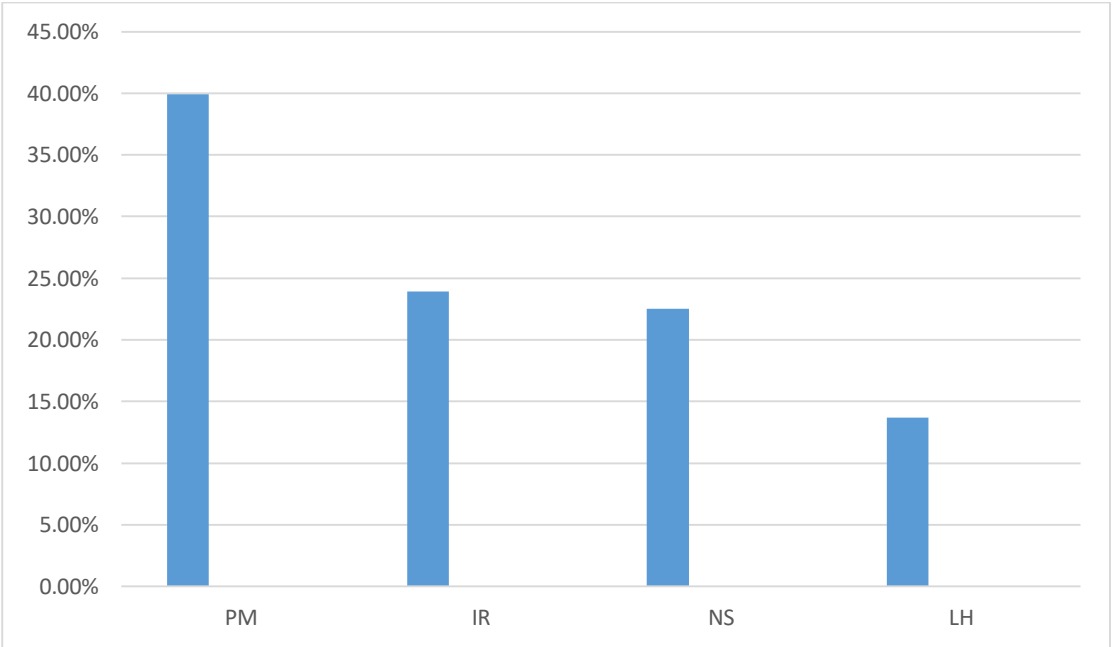
الجدول (3) نتائج تحليل (ANOVA) x ,y و z

	Dof	SOS	MS	%
PM	1	38.59	38.59	39.90%
IR	2	23.1	11.55	23.90%
NS	2	21.76	10.88	22.50%
LH	2	13.29	6.64	13.70%
Total	7	96.75		

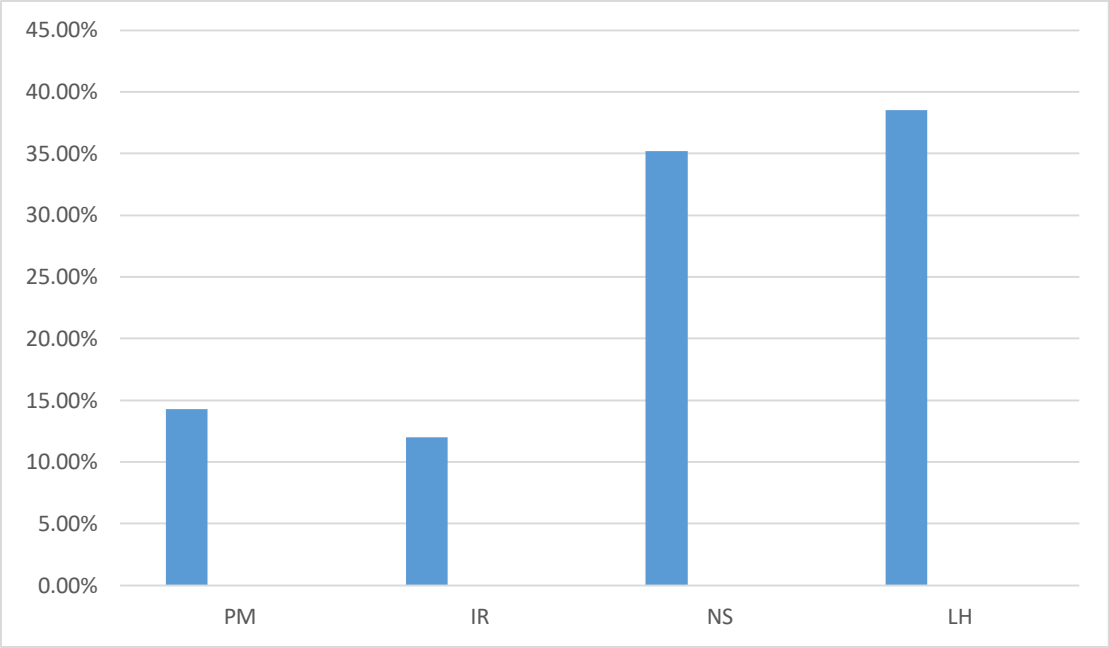
الجدول(٤) نتائج تحليل (ANOVA) z

	DoF	SOS	MS	%
PM	1	58.1	58.01	14.30%
IR	2	48.86	24.43	12.00%
NS	2	142.66	71.33	35.20%
LH	2	156.17	78.08	38.50%
Total	7	405.71		

بناء على هذه النتائج التجريبية التي تمّ الحصول عليها ، يتضح أن تأثير البارامترات العملية على دقة الأبعاد في مستوى XY ، لا تتبع النمط نفسه في اتجاه Z.



الشكل (6) النسبة المئوية لأهمية المعاملات بالنسبة لمستوى x,y



الشكل (7) النسبة المئوية لأهمية المعاملات بالنسبة لاتجاه z

و يمكننا من خلال الشكل **(6)** و **(7)** تحديد المستوى الأمثل لكل بارامتر ومن الجدول **(3)** و **(4)** نحدد الأهمية النسبية لكل بارامتر في دقة الأبعاد.

وعليه فان النتائج التجريبية، تدل إلى أن دقة الأبعاد في مستوى XY ، تتأثر بشكل أساسي بمواد الطباعة، يليها معدل إعادة الملء وعدد الهياكل . ويبين الشكل (6) نسبة تأثير كل منها.

أما في اتجاه Z ، فالنتائج تشير إلى أن جميع العوامل لها تأثير كبير في دقة الأبعاد، مع عامل أساسي هو ارتفاع الطبقة والابعاد كما هو في الشكل (7).

الجدول (5) بارامترات المراحل الأفضل

	PM	IR	NS	LH
XY plane	PLA	20%	1	0.3 mm
Z direction	PLA	20%	3	0.2 mm

بينت النتائج تأثير استخدام مادة طباعة PLA في كل من الاتجاهات وعند كل بارامتر من البارامترات الثلاثة الجدول **(5)** ، حيث يلاحظ ، وعلى سبيل المثال تساوي تأثير معدل الملء في الحالتين.

حيث PM مواد الطباعة .

IR معدل الامتلاء .

NS عدد من الهياكل .

LH ارتفاع الطبقة.

حيث أن معدل الامتلاء يمثل النسبة المئوية التي توضح حجم النموذج الصلب الذي يجب ملؤه بالمادة عند طباعتها أما عدد الهياكل يدل على عدد الخطوط العريضة المطبوعة على كل طبقة من الجسم ويظهر مدى كثافة الجدران الخارجية.

حيث أن نوع المادة هو الأكثر تأثيراً كما بينت النتائج السابقة.

النتائج :

١)تمّ البرهان على أن البارامترات العملية التي تؤثر على دقة الأبعاد في مستوى XY لا تتبع النمط نفسه في اتجاه Z. و أنه يمكننا تحديد المستوى الأمثل لكل بارامتر كما يمكن أن نحدد الأهمية النسبية لكل بارامتر في دقة الأبعاد.

٢)الحصول على أن دقة الأبعاد في مستوى XY تتأثر بشكل أساسي بمواد الطباعة، يليها معدل إعادة الملء وعدد الهياكل ونسبة تأثير كل منها.

٣)دقة الأبعاد في اتجاه Z تشير النتائج إلى أن جميع العوامل لها تأثير كبير في الدقة ، مع عامل أساسي هو ارتفاع الطبقة ودقة أبعادها.

٤)إن نوع المادة هو الأكثر تأثيراً كما بينت النتائج السابقة .

المراجع:

١- 1-P.Alexander, S.Allen D. 1998- *Dutta Part orientation and build cost determination in layered manufacturing Computer Aided Design* 30 (5) PP 343-356

2- Brian Evans. Practical 3D Printers: The Science and Art of 3D Printing.

3- Chua, C.K., Leong, K.F. 2000- Rapid Prototyping: Principles

4- S.Singamneni. A.Roychoudhury, O. Huang. 2012- *Modeling and evaluation of curved layer fused deposition.* Journal of Materials Processing Technology PP 27-35

5- Daekeon Ahn, Jin.Hwe Kweon. Soonnian Kwon, Jungil Song Seokhee lee. Representation of surface roughness in fused deposition modeling Journal of Materials Processing Technology 209 (2009) 5593.5600

6- LEE, Byoung Hun; ABDULLAH, J.; KHAN, Zahid A. *Optimization of rapid prototyping parameters for production of flexible ABS object*. Journal of materials processing technology, 2005, 169.1: 54-61.