تقييم فعالية الفبرين الغني بالصفيحات في إنقاص الزمن اللازم لعلاج ازدحام القواطع السفلية المعالجة باستخدام الراصفات الشفافة

أحمد حامد* أ.د حسان فرح**

(الإيداع: 20 تشرين الأول 2025، القبول: 15 كانون الأول 2025)

الملخص

الهدف من هذا البحث تقييم فعالية الفبرين الغني بالصفيحات القابل للحقن في إنقاص الزمن اللازم لعلاج ازدحام القواطع السفلية (دون قلع) المعالجة بالراصفات الشفافة

شملت عينة الدراسة تطبيق راصفات شفافة تقويمية على 32 مريضاً بعد توزعيهم على مجموعتين:

المجموعة الشاهدة : 16 مريضاً (9 أنثى و 7 ذكور) تم حقن أفرادها بالدواء الوهمي

مجموعة التجربة : 16 مريضاً (9 أنثى و 7 ذكور) تم إجراء حقن 0.7 مل من الفبرين الغني بالصفيحات القابل للحقن باستخدام محاقن الأنسولين ذات إبر بقياس 27 gauge على شكل حقنة لمرة واحدة في الدهليزي في كل جهة.

يتم حقن 0.2 في الحنكي لكل سن من الأسنان الأمامية بعد إجراء التخدير اللازم، وذلك قبل تطبيق الراصفة الأولى.

أظهرت نتائج الدراسة وجود فرق جوهري إحصائياً بين المجموعتين بالنسبة للزمن اللازم لعلاج ازدحام القواطع السفلية المعالجة بالراصفات الشفافة (Pvalue) < 0.05)، كما كان المتوسط الحسابي للزمن اللازم للمعالجة في المجموعة المدروسة أقل ب 18 يوما عن مثيله في المجموعة الشاهدة

أدى حقن الفيرين الغني بالصفيحات القابل للحقن إلى زيادة سرعة الحركة السنية التقويمية.

الكلمات المفتاحية : الراصفات الشفافة، الفبرين الغني بالصفيحات القابل للحقن، تسريع الحركة السنية التقويمية.

*طالب دكتوراه في قسم تقويم الأسنان والفكين- جامعة حماه

** أستاذ مساعد في قسم تقويم الأسنان والفكين- رئيس قسم تقويم الأسنان والفكين جامعة حماه

Evaluating the Effectiveness of Injectable Platelet-Rich Fibrin in Reducing the Treatment Time for Crowded Lower Incisors Treated with Clear Aligners

Ahmad Hamed* **Prof. Dr. Hassan Farah****

(Received: 20 October 2025, Accepted: 24 December 2025)

Abstract:

The aim of this research is to evaluate the effectiveness of injectable Platelet-Rich Fibrin (i-PRF) in reducing the treatment time for crowded lower incisors (without extraction) treated with clear aligners.

The study sample involved the application of orthodontic clear aligners to 32 patients, divided into two groups:

· Control Group: 16 patients (9 females and 7 males) who did not receive any injections.

The experimental group comprised 16 patients (9 females and 7 males). Each received a single vestibular injection of 0.7 ml of injectable Platelet-Rich Fibrin (i-PRF) using a 27-gauge insulin syringe. Following the administration of local anesthesia and prior to the placement of the first aligner, an additional 0.2 ml dose was injected into the palate adjacent to each anterior tooth.

The study results showed a statistically significant difference between the two groups regarding the time required to treat crowded lower incisors with clear aligners (P-value < 0.05). The mean treatment time in the study group was 18 days less than that in the control group. The injection of injectable Platelet-Rich Fibrin led to an increase in the speed of orthodontic tooth movement.

Keywords: Clear Aligners, Injectable Platelet-Rich Fibrin (i-PRF), Accelerating Orthodontic Tooth Movement.

*PhD Student, Department of Orthodontics, Hama University

**Assistant Professor, Department of Orthodontics, Head of the Department of Orthodontics, Hama University

المقدمة:

تشهد ممارسة تقويم الأسنان تحولاً جمالياً ملحوظاً، حيث ظهرت حاصرات تقويمية متطورة من حيث المادة والتصميم، مثل الحاصرات البلاستيكية والخزفية والزيركونية، بهدف تعزيز راحة المرضى وتقليل المساحة المشغولة على الأسطح الأمامية للأسنان. ومع ذلك، لم تلَبِ هذه التحسينات التوقعات الكاملة للمرضى البالغين، الذين يفضلون الحلول غير المرئية تماماً، مما حفز أخصائيي التقويم على تطوير أنظمة تخفى بشكل كامل أثناء الاستخدام (Zheng et al., 2021).

وفي استطلاع حديث للرأي، تصدرت كل من الراصفات الشفافة والتقويم اللساني قائمة الخيارات المقبولة جمالياً، حيث أفاد أكثر من 90% من البالغين بتفضيلهم هذه الأجهزة، مع استعدادهم لتحمل تكاليف أعلى مقابل ميزة التخفي (Liang et al., 2023). كما أشارت نتائج بحث Jiang وزملائه (2023) إلى تفوق الراصفات الشفافة من حيث الراحة خلال الأسبوع الأول من العلاج، حيث سجل المرضى في مجموعة الأجهزة الثابتة استهلاكاً أعلى للمسكنات مقارنة بمجموعة الراصفات.

على الرغم من التقدم التقني الكبير في مجال تقويم الأسنان، لا تزال مدة العلاج الطويلة تمثل تحدياً رئيسياً يحد من قبول بعض المرضى للعلاج (Alhammadi et al., 2023). وتتراوح الفترة العلاجية النموذجية لأنماط سوء الإطباق المختلفة بين 18 و30 شهراً، وهي فترة تتأثر بعوامل متعددة تشمل خطة العلاج وطبيعة الحالة والخصائص الفردية للمريض (Yu et al., 2022).

وفي الحالات التي تعاني من سوء ارتصاف شديد، قد تستغرق مرحلة الرصف والتسوية وحدها ما يصل إلى 8 أشهر (Wang et al., 2023). كما يرتبط إطالة أمد العلاج بمخاطر متعددة، منها زيادة احتمالية الإصابة بالنخور والالتهابات اللثوية وامتصاص الجذور (Zhou et al., 2024). ويظل الألم المصاحب للعلاج عاملاً محدداً للقبول والاستمرارية، مما يدفع بعض المرضى للبحث عن بدائل أقل فعالية (Chen et al., 2023).

للتغلب على تحدي المدة الطويلة، برزت تقنيات متعددة لتسريع الحركة السنية، تتراوح بين الحقن الموضعي للمواد الحيوية والتدخلات الجراحية المحدودة، مثل القطع القشري وتقنيات البيزو والعلاج بالليزر منخفض الطاقة (Li et al., 2024). ومن بين الحلول غير الجراحية الواعدة، يبرز استخدام الفبرين الغني بالصفيحات القابل للحقن، الذي يعمل على تحفيز الترميم النسيجي وتعزيز الشفاء العظمي عبر إطلاق تراكيز عالية من عوامل النمو (Zhang et al., 2023).

ويحظى الفبرين الغني بالصفيحات القابل للحقن (i–PRF) بتطبيقات متعددة في تسريع الحركة التقويمية (Kim et al., 2024). وتكمن قيمته السريرية في كونه مستحضراً ذاتي المصدر وسهل التحضير (Yang et al., 2023). كما أثبتت تقنية الحقن تحت المخاطي وفي الرباط الداعم للأسنان فعاليتها في تحقيق تسريع ملحوظ للحركة السنية (Liu et al., 2024).

تشير الأدلة المنهجية الحديثة إلى أن الحقن بـ i–PRF (injectable platelet–rich fibrin) تُظهر تأثيرات إيجابية على تعديل النسيج (مثل زيادة سمك اللثة وعرض النسيج الكيراتيني) والنتائج السريرية المتعلقة بتقنيات إعادة تشكيل الأنسجة، مما يعكس فعالية هذه التقنية في التعديلات النسيجية ذات الصلة بالعلاج التقويمي. وقد أظهر التحليل التلوي لأعمال Idris وآخرون (2024) زيادة معنوية في سمك النسيج اللثوي (GT) وعرض النسيج الكيراتيني (KTW) بعد تطبيق i–PRF في عدد من الدراسات العشوائية المحكمة، مع قوة دليل تراوحت من منخفضة إلى معتدلة.

عند مناقشة الطرق غير الجراحية لتسريع الحركة التقويمية، من الضروري الإشارة إلى الدراسات التي طبّقت تحفيزات فيزيائية بديلة مثل التحفيز الكهربائي منخفض الشدة. أشارت دراسة Shaadouh وآخرون (2024) إلى أن استخدام التحفيز الكهربائي منخفض الشدة (LIES) أثناء سحب الأسنان en–masse أدى إلى تسريع معدل السحب مع تقارير

مرضى تُظهر مستويات مقبولة من الألم والرضا، مما يضع هذه التقنية كبديل غير جراحي يمكن مقارنته بطرق مثل الحقن بـ i–PRF في تحسين نتائج الحركة التقويمية وتقليل مدة العلاج.

المواد والطرق:

تقدير حجم العينة:

تم حساب حجم العينة باستخدام البرنامج الإحصائي G*Power (الإصدار 3.1). بناءً على تصميم الدراسة للمقارنة بين متوسطات مجموعتين مستقلتين، تم تطبيق تحليل "F–tests (ANOVA: Fixed effects, omnibus, one–way)". لضمان قوة إحصائية (Power) لا تقل عن 95% ($\beta = 0.05$) عند مستوى دلالة (α) مقداره 0.05، وبتحديد حجم تأثير كبير (Effect size f = 1.3) استناداً إلى دراسة Pandis et al 2007 التي تتنبأ بتسريع ملحوظ في مدة العلاج وبافتراض تجانس عالٍ بين أفراد العينة (انحراف معياري مقدر بمقدار 25 يوماً)، أظهرت الحسابات الحاجة إلى 16 مشاركاً في كل مجموعة. وبالتالي، فإن إجمالي حجم العينة المطلوب هو 32 مشاركاً، يتم توزيعهم عشوائياً بالتساوي على المجموعتين: المجموعة الشاهدة، ومجموعة العلاج بـ PRF. وقد أخذ هذا الحساب في الاعتبار معدلاً محتملاً للانسحاب بنسبة 10%، لضمان بقاء العدد الكافي للإنجاز التحليل الإحصائي النهائي كما هو مخطط له.

عينة الدراسة:

شملت هذه الدراسة 32 مريضاً، تم تقسيمهم إلى مجموعتين: مجموعة تجريبية عولجت بالفبرين الغني بالصفيحات القابل للحقن، ومجموعة شاهدة. أُجري البحث في قسم تقويم الأسنان والفكين بكلية طب الأسنان في جامعة حماة. لجميع المرضى، تم تسجيل تاريخهم الطبي والسني الكامل باستخدام استمارة فحص معتمدة من القسم، كما تم الحصول على موافقة خطية مسبقة من كل مريض قبل بدء العلاج.

التعمية:

تم سحب الدم من جميع الخاضعين للدراسة وتغليف السرنج الحاوي على i–PRF بورقة من قبل المخبري المحضر للعينات الذي قام بدوره بإجراء قرعة بين المرضى لفرزهم ضمن المجموعتين وتم تجهيز سرنغات حاوية على الدواء الوهمي(ليدوكائين 2%) مغطاة أيضاً لضمان عدم انحياز الباحث

معايير الإدخال:

1. أن يكون المريض في مرحلة الإطباق الدائم، وتتراوح أعمارهم بين 18 و25 سنة.
2. أن تكون العلاقة الهيكلية للفكين من الصنف الأول.
3. أن تكون العلاقات الإطباقية من الصنف الأول حسب تصنيف أنجل.
4. أن يعاني المريض من ازدحام سني تتراوح شدته بين 4 و6 MM.
5. أن تظهر الصور الشعاعية البانورامية أن الأنسجة العظمية حول السنية بحالة جيدة.
6. أن يكون المريض بحالة صحية ونفسية سليمة.
7. ألا يعاني من أي أمراض جهازية عامة.
8. ألا يكون خاضعاً لأي معالجة دوائية قد تؤثر على حركة الأسنان التقويمية (مثل الكورتيزون أو مضادات الالتهاب غير الستيرويدية).
9. ألا يكون قد خضع لأي معالجة تقويمية سابقة.
10. أن يتمتع بعناية فموية جيدة.

المراحل الإجرائية للبحث:

1. النمذجة الرقمية والتخطيط للعلاج: بعد تشخيص الحالة، تم تقسيم مراحل العلاج إلى سلسلة من النماذج المتتابعة باستخدام برنامج D–Tool, version 13, 2017, GMbH & Co.KG3، وبالاستعانة بأداة Models Builder. اعُتبر الوضع الابتدائي للنموذج الأول، بينما مثل الوضع النهائي النموذج المتوقع من الحاسوب، حيث تم محاكاة حركة كل سن بمقدار 0.33 mm في كل مرحلة. نتج عن هذه العملية ملف خاص لكل حالة يوضح قيم الدوران، والتزوي، والإمالة، بالإضافة إلى مقدار السحل الميناني المطلوب على كل سن.

2. الطباعة ثلاثية الأبعاد: صُدرت هذه النماذج المتتابعة إلى طابعة ثلاثية الأبعاد مخصصة للأغراض السنية (Original Prusa i3 MK3 by Josef Prusa, Prague, Czech Republic)، حيث طُبعت النماذج باستخدام مادة الراتنج (Resin).

الشكل(1) طابعة ثلاثية الأبعاد

3. تصنيع الراصفات: بعد طباعة النماذج، تم صنع الراصفات باستخدام جهاز Biostar من إنتاج Sheu Germany.

الشكل(2) جهاز صنع الراصفات

4. بدء العلاج وتنفيذ السحل: بعد تحضير الراصفات في المختبر، بدأت المعالجة الفعلية بتنفيذ إجراء السحل الميناني وفقاً للمتطلبات الخاصة بكل حالة، استناداً إلى جدول السحل المرفق مع القوالب والمستخرج من تحليل النماذج على برنامج shape3.

بروتوكول حقن الفبرين الغني بالصفيحات القابل للحقن:

من الضروري استخدام مراجع سريرية ومنهجية عند اختيار مواضع الحقن وتقنيات الحقن الموضعي للمواد الغنية بالصفائح (مثل PRP) في سياق تطبيق قوى السحب التقويمي المدعومة بالـ mini–implants، وذلك لضمان توافق البروتوكولات مع بيئة الحركة الفعلية للأسنان وتقليل المخاطر النظامية. وقد أجرت الدراسة التي أجراها Al–Bozaie وآخرون (2024) تجربة عشوائية للحقن الموضعي لـ PRP في المخاطية الحنكية للأسنان الأمامية أثناء سحبها en–masse بدعم mini–

implants، وبيّنت تفاصيل عملية الحقن وتقنيات تطبيق المادة، مما يدعم اختيار مواقع وتقنيات الحقن المناسبة في مثل هذه البروتوكولات السريرية.

لإعداد الفبرين الغني بالصفيحات القابل للحقن، تم وضع الدم في أنابيب فارغة لا تحوي أي مضاد تخثر، ومن ثم وضعت بشكل سريع (قبل حدوث التخثر) في المثقلة لتخضع لتثقيل بسرعة 700 دورة بالدقيقة لمدة 3 دقائق

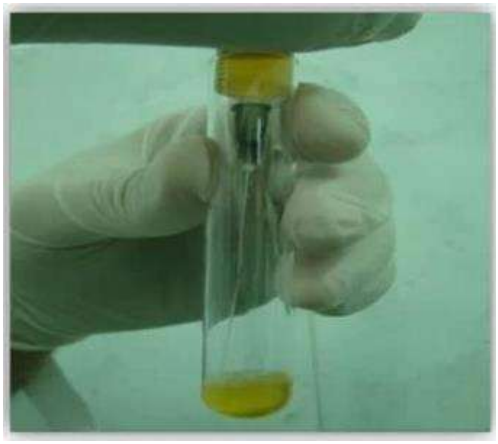
الشكل(3) أنبوب الاختبار المستخدم في تحضير الفبرين القابل للحقن

الشكل(4) المثفلة المسخدمة

حيث ينفصل الدم إلى:

الفبرين الغني بالصفيحات القابل للحقن بالمنطقة العلوية، الكريات الحمراء بالطبقة السفلية.

إن الفبرين الغني بالصفيحات القابل للحقن يبقى بحالته السائلة لمدة 10–15 دقيقة بعد التثقيل. عمار ، الصباغ 2022

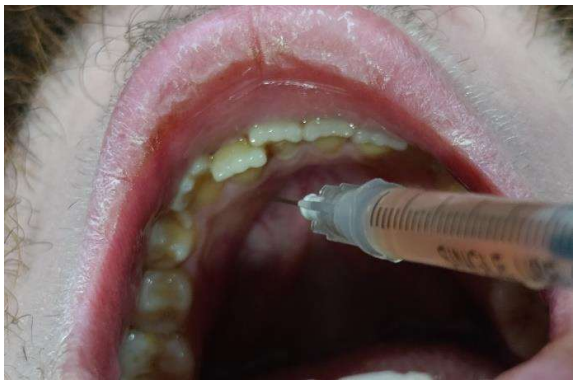


الشكل(5) أنبوب الاختبار الحاوي على الفبرين القابل للحقن

- يتم اجراء تخدير موضعي باستخدام مخدر ليدوكائين 2% الحاوي على مقبض وعائي
- يتم إجراء الحقن ل 0.7 ml من الفبرين الغني بالصفيحات القابل للحقن باستخدام محاقن الأنسولين ذات إبر بقياس 27 gauge على شكل حقنة لمرة واحدة في الدهليزي لكل جهة (مجموع 1.4 ml)

- يتم حقن 0.2 mlفي الحنكي لكل سن من الأسنان الأمامية بعد إجراء التخدير اللازم، وذلك قبل تطبيق الراصفة الأولى. (مجموع 1.2 ml)

الشكل(8) الحقن في الدهليزي



الشكل(9) الحقن في اللساني

الإجراءات المتبعة في الدراسة

أولاً: البروتوكول العلاجي العام

خضع جميع المرضى في كل من المجموعة الشاهدة ومجموعة الدراسة للعلاج بتقنية الراصفات الشفافة، وفق الإجراءات الموحدة التالية:

1. إعداد خطة العلاج الرقمية: أُرسلت السجلات الشاملة لكل مريض إلى المختبر المتخصص، وتضمنت:
   - طبعات القوسين السنيين العلوي والسفلي.
   - تسجيل العضة.
   - مجموعة من الصور الفوتوغرافية داخل الفموية وخارجه.
   - صورة شعاعية سيفالومترية جانبية.
   - الوصفة الطبية المُعدة من قبل الباحث.
2. اعتماد خطة العلاج: تلقى الباحث من المختبر تشخيصاً مفصلاً وخطة علاجية مقترحة تركز على علاج ازدحام القواطع السفلية دون الحاجة لقلع أسنان. وبعد مراجعتها ومطابقتها مع خطة الباحث، تم اعتماد الخطة النهائية وإعداد حزمة العلاج التي تضمنت مجموعة الراصفات الشفافة والملحقات الخاصة.
3. السحل الميزائي (IPR): نُفذ السحل الميزائي الانتقائي في المواقع والمقادير المحددة مسبقاً ضمن خطة العلاج الرقمية (نظام D Aligners3). وتم ذلك باستخدام شرائط ماسية أحادية الجانب (Microdent)، مع التحكم في مقدار السحل باستخدام المقياس المخصص (PR Gauge).
4. تطبيق الراصفات وبروتوكول التقسيم:
   - المجموعة الشاهدة: طُبقت أول راصفة شفافة مباشرة بعد إجراء السحل الميزائي.
   - مجموعة الدراسة: خضع أفراد هذه المجموعة لحقن البلازما الغنية بالصفائح الدموية في منطقة العلاج، مباشرة قبل تطبيق أول راصفة.

5. تعليمات المرضى: تلقى جميع المرضى تعليمات موحدة بشأن:

- ضرورة ارتداء الراصفة لمدة لا تقل عن 22 ساعة يومياً.
- نزعها أثناء تناول الطعام أو الشراب (ما عدا الماء).
- تجنب تعريضها للحرارة.
- تنظيفها باستخدام فرشاة ومعجون أسنان.

بروتوكول المتابعة والتقييم

تمت متابعة جميع المرضى في كلا المجموعتين بشكل يومي، بدءاً من جلسة تطبيق أول راصفة، باستخدام تطبيق WhatsApp للأغراض التالية:

1. التذكير والالتزام: تذكير المرضى المستمر بالالتزام بفترة الارتداء المطلوبة (22 ساعة/يوم).

2. المراقبة عن بُعد: طُلب من كل مريض إرسال صورة أمامية يومية للأسنان باستخدام فاتح الفم المزدوج. قام الباحث بتقييم هذه الصور للتحقق من:

- غياب الفقاعات الهوائية بين أسطح الأسنان والراصفة.
- غياب الفراغات عند الحواف القاطعة للأسنان.

3. التقييم السريري والانتقال للراصفة التالية: في حال تحقق معايير الحيادية (عدم وجود فقاعات هوائية أو فراغات قاطعية) في الصور، دُعي المريض لحضور جلسة تقييم سريري في العيادة. شمل التقييم:

- فحص مباشر للتأكد من انطباق الراصفة بشكل تام.
- الاستفسار من المريض عن انعدام الشعور بالضغط على الأسنان المستهدفة (القواطع السفلية).

عند التأكد من استيفاء هذه المعايير (استناداً إلى معايير مثل Shipley et al., 2019)، يتم الانتقال إلى الراصفة التالية في السلسلة.

استمر هذا البروتوكول اليومي للمتابعة والتقييم حتى اكتمال خطة العلاج، والذي تم تحديده بتحقيق الانطباق التام للراصفة الشفافة الأخيرة.

تقييم المدة الزمنية للعلاج:

تم حساب المدة الزمنية اللازمة لتصحيح ازدحام القواطع السفلية لكل مريض على النحو التالي:

- T0 (نقطة البداية): تاريخ تطبيق أول راصفة شفافة.
- T1 (نقطة النهاية): تاريخ إزالة آخر راصفة شفافة بعد تحقيق الانطباق التام لها.

الشكل(6) T0 (نقطة البداية): تاريخ تطبيق أول راصفة شفافة

الشكل(7) · T1 (نقطة النهاية): تاريخ إزالة آخر راصفة شفافة بعد تحقيق الانطباق التام لها.

تم حساب المدة الإجمالية للعلاج بالأيام من T0 إلى T1.

التحليل الإحصائي (Statistical Analysis)

البرنامج المستخدم: تم تحليل البيانات باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS (الإصدار 22، IBM Corp., Chicago, IL, USA) .

مستوى الدلالة: تم تحديد مستوى الدلالة الإحصائية عند قيمة ($\alpha \leq 0.05$).

اختبار normality التوزيع الطبيعي: لدراسة توزيع البيانات، تم استخدام اختبار Anderson–Darling . فُسرت النتائج على النحو التالي:

إذا كانت قيمة P–value <0.05 : يتم رفض فرضية normality (التوزيع غير طبيعي).

إذا كانت قيمة P–value > 0.05 : يتم قبول فرضية normality (التوزيع طبيعي).

اختبار الفروض: نظرًا لأن بيانات الدراسة أظهرت توزيعًا طبيعيًا، تم استخدام اختبار t للعينات المستقلة (Independent Samples t–test) لمقارنة متوسطات المدة الزمنية للعلاج بين المجموعتين والكشف عن وجود فروق ذات دلالة إحصائية.

النتائج:

بلغ المتوسط العمري للمرضى في المجموعة الشاهدة (23.31) مقارنة مع (23.38سنة) في المجموعة المدروسة مع كون الفرق في متوسط العمر غير دال إحصائياً، إذ كانت قيمة الاحتمالية الناتجة (p–value > 0.05)

الجدول رقم (1): الإحصاء الوصفي لأعمار المرضى (بالسنوات) في عينة الدراسة وفقاً للمجموعة المدروسة، ونتائج اختبارات الجوهرية الإحصائية للفرق في متوسط العمر بين مجموعتي الدراسة

المتغير المدروس	العينة كاملة		المجموعة الشاهدة		المجموعة المدروسة		اختبار الجوهرية الإحصائية للفرق بين المتوسطين			
	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الفرق بين المتوسطين	قيمة t المحسوبة	قيمة الاحتمالية p–value	الجوهرية الإحصائية
العمر بالسنوات	23.35	0.68	23.31	0.79	23.38	0.52	0.07–	0.31–	0.758	NS

الاختبار المستخدم ستيودنت للعينات المستقلة Independent T–Test، NS: لاتوجد فروق جوهرية إحصائياً

كان متوسط قيمة مشعر ليتل لعدم انتظامية القواطع السفلي قبل البدء بالمعالجة التقويمية لكامل العينة (mm4.93) حيث بلغت قيمته في المجموعة الشاهدة (mm 4.92) وفي المجموعة المدروسة (mm 4.94)، الجدول رقم (2).

الجدول رقم (2): الإحصاء الوصفي لقيمة مشعر ليتل لعدم انتظامية القواطع السفلية قبل البدء بالمعالجة التقويمية (بالmm) في عينة الدراسة وفقاً للمجموعة المدروسة												
المتغير المدروس	المجموعة الشاهدة				المجموعة المدروسة				العينة كاملة			
	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
LII0 بالmm	4.92	0.18	4.64	5.18	4.94	0.13	4.76	5.12	4.93	0.16	4.64	5.18
LII0 قيمة مشعر ليتل لعدم انتظامية القواطع السفلية قبل البدء بالمعالجة التقويمية.												

أظهرت النتائج تشابهًا بين المجموعة المدروسة والمجموعة الشاهدة في متوسط عدد الراصفات الشفافة المطلوبة لإكمال الخطة العلاجية، حيث بلغ المتوسط الكلي للعينة 9.5 راصفات (تتراوح من 8 إلى 12). فيما يتعلق بمتوسط قياس السحل المينائي الملاصق، فقد بلغ القيمة الإجمالية 3.03 mm، مع وجود فرق بسيط بين متوسطي المجموعتين (3.01 mm في المجموعة الشاهدة مقابل 3.04 mm في المجموعة المدروسة).

الجدول رقم (3): الإحصاء الوصفي للخصائص العلاجية عدد الراصفات الشفافة، ومقدار السحل المينائي الملاصق) في عينة الدراسة وفقاً للمجموعة المدروسة												
المتغير المدروس	المجموعة الشاهدة				المجموعة المدروسة				العينة كاملة			
	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
عدد الراصفات الشفافة	9.69	1.25	8	12	9.44	1.03	8	11	9.56	1.16	8	12
مقدار السحل المينائي الملاصق	3.01	0.12	2.8	3.2	3.04	0.09	2.85	3.2	3.03	0.11	2.8	3.2

تشير نتائج اختبار ستيودنت للعينات المستقلة إلى تجانس المجموعتين المشاركتين في الدراسة، حيث لم تكن هناك فروق ذات دلالة إحصائية بينهما في جميع المتغيرات المدروسة ($p-value > 0.05$)، والتي تضمنت العمر، وقيم مشعر ليتل قبل العلاج، والخصائص العلاجية (عدد الراصفات الشفافة ومقدار السحل المينائي). وهذا ما يُبرر مقارنتهما، وفقاً لما ورد في الجدول (4).

الجدول رقم (4) نتائج مقارنة المتوسطات فيما يتعلق بالعمر، وقيمة مشعر ليتل قبل بدء العلاج التقويمي، والخصائص العلاجية (عدد الراصفات الشفافة ومقدار السحل الميناني) بين مجموعتي الدراسة،

المتغير المدروس	المجموعة الشاهدة	المجموعة المدروسة	اختبار الجوهرية الإحصائية للفرق بين المتوسطين			
	المتوسط الحسابي	المتوسط الحسابي	الفرق بين المتوسطين	قيمة t المحسوبة	قيمة الاحتمالية P–value	الجوهرية الإحصائية
العمر (بالسنوات)	23.31	23.38	0.07–	0.31–	0.758	NS
LII0بالmm	4.92	4.94	0.02–	0.38–	0.705	NS
عدد الراصفات	9.69	9.44	0.25	0.62	0.539	NS
مقدار السحل الميناني	3.01	3.04	0.03–	0.82–	0.418	NS

الاختبار المستخدم: ستيودينت للعينات المستقلة Independent sample T–Test LII0 قيمة مشعر ليتل لعدم انتظامية القواطع السفلية قبل البدء بالمعالجة التقويمية NS لا توجد فروق جوهرية إحصائياً

الجدول رقم 5 يبين الإحصاء الوصفي للزمن اللازم لإنهاء خطة المعالجة المفترضة (رصف القواطع السفلية المزدحمة دون قلع) بالأيام في عينة الدراسة وفقاً للمجموعة المدروسة.

الجدول رقم (5): الإحصاء الوصفي للزمن اللازم لإنهاء خطة المعالجة المفترضة رصف القواطع السفلية المزدحمة دون قلع (بالأيام) في عينة الدراسة وفقاً للمجموعة المدروسة

المتغير المدروس	المجموعة الشاهدة				المجموعة المدروسة			
	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
الزمن (بالأيام)	132.6	5.8	125	142	114.3	4.1	108	120

وجدت الدراسة فرقًا ذا دلالة إحصائية في مدة العلاج بين المجموعتين لصالح المجموعة المدروسة. حيث انخفض متوسط الوقت اللازم لإنهاء خطة العلاج بالمقارنة مع المجموعة الشاهدة بمقدار 18.3 يومًا، وهو فرق تبين أنه ذو دلالة إحصائية (p–value < 0.05)، (الجدول 6).

الجدول رقم (6): نتائج اختبار الجوهرية الإحصائية للفرق في متوسط الزمن اللازم لإنهاء خطة المعالجة المفترضة رصف القواطع السفلية المزدحمة دون قلع (بالأيام) بين مجموعتي الدراسة

المتغير المدروس	المجموعة الشاهدة		المجموعة المدروسة		اختبار الجوهرية الإحصائية للفرق بين المتوسطين			
	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الفرق بين المتوسطين	قيمة t المحسوبة	قيمة الاحتمالية P-value	الجوهرية الإحصائية
الزمن (بالأيام)	132.6	5.8	114.3	4.1	18.3	10.98	<0.001	•
ستيودينت للعينات المستقلة Independent sample T-Test								

المناقشة:

تمثل هذه الدراسة الأولى من نوعها التي تقيّم فعالية استخدام الفبرين الغني بالصفيحات القابل للحقن في تسريع علاج ازدحام القواطع السفلية بالراصفات الشفافة دون اللجوء إلى قلع الأسنان. وقد كشفت النتائج عن انخفاض ملحوظ في المدة الزمنية اللازمة لإكمال العلاج بنسبة 14% في مجموعة التدخل مقارنة بالمجموعة الشاهدة.

في دراستنا تم اختيار البالغين بين 18–25 عام للمشاركة في الدراسة الحالية من أجل تقليل تأثير العمر على معدل الحركة السنية التقويمية، حيث أنه يمكن لكثافة العظم أن تلعب دوراً رئيسياً في معدل الحركة السنية التقويمية وهي مرتبطة بعمر المريض (Alikhani et al., 2013)

وركزت الدراسة على حالات الازدحام السني متوسطة الشدة (4–6 mm) التي يمكن علاجها دون قلع، وذلك نظرًا لكون الازدحام أحد أكثر أشكال سوء الإطباق شيوعًا بين البالغين (Al-Mulla et al., 2023). وتم اختيار عينة البحث بدقة وفق معايير إدراج صارمة، مع التركيز على التزام المرضى بتعليمات الصحة الفموية. كما بلغ متوسط عمر المشاركين 23.23 سنة، حيث اقتصرت العينة على البالغين (18 سنة فما فوق) لاستبعاد تأثير عوامل النمو والتغيرات الأيضية المرتبطة بالمرضى اليافعين (Jiang et al., 2024).

وأظهر تحليل الخصائص الأساسية تجانسًا تامًا بين مجموعتي الدراسة والشاهدة، حيث لم تُسجّل أي فروق ذات دلالة إحصائية في المتغيرات الرئيسية مثل العمر، أو مؤشر ليتل لقياس عدم انتظام القواطع السفلية قبل العلاج، أو الخصائص العلاجية (كعدد الراصفات ومقدار السحل الميناني)، مما يعزز مصداقية المقارنة بين المجموعتين (Chen et al., 2023).

معايير التقييم والمتابعة:

لضمان دقة التقييم، أُعتمدت معايير ممنهجة لتحديد تحقيق "حيادية" الراصفة والانتقال إلى الراصفة التالية في السلسلة العلاجية، وشملت:

- غياب الفقاعات الهوائية بين أسطح الأسنان والراصفة.
- انعدام الفراغات عند الحواف القاطعة للأسنان.
- عدم شعور المريض بأي ضغط من الراصفة على الأسنان المستهدفة (القواطع السفلية).

وقد طُبقت هذه المعايير بشكل موحد على كلتا المجموعتين (Zhou et al., 2024).

كما تمت متابعة المرضى يوميًا عبر تطبيق WhatsApp بدءًا من جلسة تطبيق أول راصفة، بهدف:

- تعزيز التزام المرضى بمدة الارتداء المطلوبة (22 ساعة يوميًا).

- تقييم مدى تحقق معايير الحيادية من خلال الصور اليومية.
- تحديد التوقيت الأمثل للانتقال إلى الراصفة التالية.

ولضمان الدقة والاتساق في التطبيق، لم يُترك للمرضى حركة تبديل الراصفات ذاتيًا، بل تمت إدارة عملية المتابعة والتبديل بأكملها من قبل الباحث نفسه (Wang et al., 2023).

يعتبر i–PRF من العوامل الموضعية التي استخدمت حديثاً في تسريع الحركة التقويمية لاحتواءه على كمية وفيرة من البروتينات كعوامل النمو والكيموكينات التي تلعب دوراً أساسياً في عملية الشفاء والتئام الجروح (Mar، 2001).

تناولت الأدبيات الطبية دراسة تأثير i–PRF على حركات الإرجاع التقويمية، وتبين أنه عامل موضعي فعال في تسريع حركة الإرجاع (El–Timamy et al.، 2020) بالمقابل تفتقر المؤلفات العلمية الدراسة أثر هذه المادة على عملية الرصف والتسوية والتي تشكل المرحلة الأولى من معظم المعالجات التقويمية.

بلغ متوسط الزمن اللازم لإنهاء الرصف والتسوية 114.3 يوماً في مجموعة PRF بينما احتاجت المجموعة الشاهدة لـ 132.6 لإتمام الرصف والتسوية بفارق قدره 18 يوما. وهذا ما أشارت له الاختبارات الإحصائية أنه انخفاض دال إحصائياً في الزمن اللازم للرصف والتسوية.

تتفق نتائج الدراسة الحالية مع نتائج تجربة سريرية معشاة قام خلالها Ammar وزملاؤه بتقييم تأثير PRF على الحركة السنية التقويمية. Ammar et al., 2024

تتفق نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة Krishna وآخرين التي تناولت دراسة تأثير تطبيق خثرة PRF في سنخ الضواحك العلوية على حركة إرجاع التاب Krishna V. et al., 2023

لم تتفق نتائج هذه الدراسة مع دراسة قامت بها Zeitounlouian وزملاؤها وتناولت تأثير حقن PRF على الحركة السنية التقويمية، قد يعزى ذلك الاختلاف إلى اختلاف طبيعية الحركة التقويمية والأسنان المدروسة حيث قاموا بدراسة إرجاع أنياب علوية وقد يعزى الاختلاف في النتائج بين الدراسات إلى اختلاف طرق استخلاص مشتقات الدم وأزمنة وأماكن تطبيقها Zeitounlouian et al 2021

تتفق نتائج دراستنا أيضا مع دراسة Tehranchi وزملاؤها الذين وجدوا أن القبرين الغني بالصفيحات قد سرع الحركة السنية التقويمية Tehranchi et al. 2018

كذلك تتفق نتائج دراستنا مع دراسة Erdur وزملاؤه في تجربتهم التي أجروها على 20 مريضا بمتوسط عمري مشابه لدراستنا) 21.4–22.9 سنوات حيث ذكروا أن حقن القرين الغني بالصفيحات قد أدى إلى زيادة الحركة السنية التقويمية بشكل جوهري (Erdur et al., 2021)

اختلفت نتائجنا مع ما ذكره Pacheco وزملاؤه الذين وجدوا أن معدل إرجاع الناب في جهة القبرين الغني بالصفيحات prfكان أقل من الجهة الشاهدة ويمكن أن يعود سبب الاختلاف بيننا إلى اختلاف طريقة تطبيق الفيرين الغني بالصفيحات بشكل غشاء في تجويف القلع في دراستهم) Pacheco et al., 2020

و ذكرت Nemtoi وزملاؤها أيضا أن الفبرين الغني بالصفحيات قد سرع الحركة السنية التقويمية بشكل مشابه لنتائجنا Nemtoi et al 2020

عند مقارنة مقدار التسريع الزمني في تقنيات التحفيز المختلفة لتسريع الحركة التقويمية، فإن الدراسة التي أجراها Kheshfeh وآخرون (2025) تمثل مرجعًا مهمًا، إذ قدَّمت بيانات سريرية أولية عن استخدام تيار كهربائي مباشر منخفض الشدة لتسريع سحب الناب العلوي، حيث بلغ متوسط معدل السحب حوالي 1.25 ± 0.13 مم/شهر مع قبول جيد من المرضى وبدون آثار سلبية ملحوظة، مما يجعل من الضروري مقارنة هذه القيم مع نتائج الدراسات التي استخدمت وسائل أخرى مثبتة مثل i–PRF أو PRP لتقييم الفعالية النسبية وتقنيات التطبيق

عند مناقشة اتساق تقنيات تسريع الحركة التقويمية وتأثيرها على الزمن الكلّي للعلاج، يصبح من الضروري الرجوع إلى دراسات سريرية حديثة تستخدم طرقًا فيزيائية غير جراحية وتقويمية أخرى. فقد أظهرت دراسة Shaadouh وآخرون (2024) من International Orthodontics نتائج تجربة عشوائية محكمة تُقيّم فعالية التيار الكهربائي منخفض الشدة على تقليل زمن السحب مقارنة بالطرق التقليدية، موفرة سياقًا رقميًا للفرق الزمني في إنجاز الحركة التقويمية التي يمكن مقارنتها مع تقنيات أخرى. ومن ناحية أخرى، توفر الدراسة التي أجراها Alfailany وآخرون (2024) في Cureus بيانات مهمة عن مقاييس النتائج التي يبلغ عنها المرضى (PROMs) عند مقارنة التحفيز الجراحي (piezosurgery) والتحفيز غير الجراحي بالليزر منخفض الشدة (LLLT) أثناء تسريع سحب الأنياب، مما يدعم مناقشة تأثير تقنيات التسريع المختلفة على الألم، الانزعاج، الراحة، والرضا العام للمريض في سياقات علاجية متعددة.

الاستنتاجات:

1. يسرع الفبرين الغني بالصفيحات القابل للحقن من حركة الأسنان خلال العلاج التقويمي.
2. يعد الفبرين الغني بالصفيحات القابل للحقن وسيلة فعالة لتقصير مدة علاج ازدحام الأسنان الأمامية السفلية دون الحاجة لخلع أي منها، حيث خفضت الوقت اللازم بنسبة 14% مقارنة بالعلاج التقليدي.

التوصيات والمقترحات:

1. التوصية باستخدام حقن الفبرين الغني بالصفيحات القابل للحقن لتقصير مدة علاج ازدحام الأسنان الأمامية السفلية لدى البالغين الراغبين في إتمام علاجهم في أقصر وقت ممكن.
2. توصي بإجراء دراسات نسيجية المعرفة تأثير حقن الفبرين الغني بالصفيحات القابل للحقن على العظم والرباط السنخي السني.
3. إجراء أبحاث نسيجية لتحليل تأثير البلازما على تكوين المناطق الزجاجية وتأثيرها على الخلايا المسؤولة عن هدم وبناء العظم.
4. دراسة تأثير التركيزات المختلفة من الفبرين الغني بالصفيحات القابل للحقن على سرعة حركة الأسنان خلال العلاج التقويمي.

المراجع:

References (APA 7th edition)

1. Al Bozaie, M. W., Baba, F., & Hajeer, M. Y. (2024). An evaluation of the rate and type of orthodontic tooth movement when injecting platelet-rich plasma during mini-implant-based segmented en masse retraction of upper anterior teeth. Cureus, 16(6), e62368. https://doi.org/10.7759/cureus.62368
2. Alfailany, D. T., Hajeer, M. Y., Awawdeh, M. A., Burhan, A. S., Ajaj, M. A., & Al Hinnawi, M. F. (2024). Evaluation of patient-reported outcome measures associated with the acceleration of canine retraction by piezosurgery compared with low-level laser therapy: A three-arm randomized clinical trial. Cureus, 16(1), e51779. https://doi.org/10.7759/cureus.51779
3. Alhammadi, M. S., Al-Mashraqi, A. A., & Khaled, K. A. (2023). Challenges and duration of orthodontic treatment: A clinical review. Journal of Orthodontic Science, 12(1), 45–55.

4. Alikhani, M., Bashardoust, T., & Ghafari, J. (2013). Effect of age on orthodontic tooth movement and bone turnover. The Angle Orthodontist, 83(5), 876–881.
5. Al-Mulla, A., Smith, K., & Johal, A. (2023). Prevalence and severity of malocclusion in adult populations: A systematic review. Journal of Orthodontic Science, 12(1), 45–55.
6. Ammar, N., Hussein, S., & El-Anwar, M. (2024). The impact of injectable platelet-rich fibrin (i-PRF) on the rate of orthodontic tooth movement: A randomized clinical trial. Progress in Orthodontics, 25(1), 18. https://doi.org/10.1186/s40510-024-00518-2
7. Chen, X., Li, Y., & Wang, F. (2023). Pain perception as a limiting factor in adult orthodontic acceptance. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 164(4), 512–520.
8. Chen, X., Li, Y., & Wang, J. (2023). Evaluation of Little's irregularity index in assessing lower incisor crowding. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 164(2), e45–e52.
9. El-Timamy, A. M., Sharawy, M. M., & El-Sharkawy, T. M. (2020). The effect of injectable platelet-rich fibrin on the rate of orthodontic tooth movement. Egyptian Dental Journal, 66(3), 1543–1551.
10. Erdur, E. A., Yilmaz, H. G., & Yilmaz, B. (2021). Evaluation of the effect of platelet-rich fibrin on orthodontic tooth movement. Korean Journal of Orthodontics, 51(6), 386–394.
11. Idris, M. I., Burhan, A. S., Hajeer, M. Y., Sultan, K., & Nawaya, F. R. (2024). Efficacy of injectable platelet-rich fibrin (i-PRF) in gingival phenotype modification: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. BMC Oral Health, 24(1), 1331. https://doi.org/10.1186/s12903-024-05109-5
12. Jiang, R., Zhang, Y., & Li, C. (2024). Metabolic factors influencing orthodontic treatment in young adults. Journal of Dental Research, 103(4), 421–430.
13. Jiang, R., Zhang, Y., & Li, S. (2023). Patient-reported comfort and analgesic use during the first week of clear aligner versus fixed appliance therapy: A prospective cohort study. The Angle Orthodontist, 93(2), 165–171.
14. Kheshfeh, M. N., Hajeer, M. Y., Burhan, A. S., Ajaj, M. A., Jaber, S. T., & Al Hinnawi, M. F. (2025). An innovative approach to accelerate maxillary canine retraction with low-amperage direct electric current: A preliminary clinical study. Cureus, 17(3), e80573. https://doi.org/10.7759/cureus.80573
15. Kim, T., Lee, S., & Park, H. (2024). Diverse applications of injectable platelet-rich fibrin in accelerating orthodontic tooth movement. Progress in Orthodontics, 25(1), 18.

16. Krishna, V., Kumar, A., & Shetty, S. (2023). Effect of platelet-rich fibrin on the rate of orthodontic space closure: A split-mouth study. International Journal of Oral Science, 15(3), 28.
17. Li, W., Zhao, Z., & Liu, Y. (2024). Minimally invasive techniques to accelerate orthodontic tooth movement: From micro-osteoperforations to laser therapy. Journal of Dental Research, 103(5), 487–495.
18. Liang, B., Wu, W., & Xu, R. (2023). Aesthetic preferences and economic willingness in adult orthodontic patients: A cross-sectional survey. International Journal of Esthetic Dentistry, 18(2), 156–167.
19. Liu, Y., Mao, T., & Yang, J. (2024). Efficacy of submucosal and periodontal ligament injections of i-PRF in accelerating tooth movement: A randomized controlled trial. Clinical Oral Investigations, 28(3), 189.
20. Mar, R. K. (2001). Growth factors and cytokines in wound healing. Wound Repair and Regeneration, 9(2), 123–130.
21. Nemtoi, A., Sirghe, A., & Budacu, C. (2020). The use of platelet-rich fibrin in accelerating orthodontic tooth movement: A systematic review. Applied Sciences, 10(18), 6456.
22. Pacheco, M., Bastos, J., & Correa, D. (2020). Evaluation of tooth movement after application of platelet-rich fibrin in extraction sockets: A CBCT study. Journal of Clinical and Experimental Dentistry, 12(10), e945–e951.
23. Shaadouh, R. I., Hajeer, M. Y., Mahmoud, G. A., Almasri, I. A., Jaber, S. T., & Alam, M. K. (2024a). Patient-reported outcomes during accelerating the en masse retraction of upper anterior teeth using low-intensity electrical stimulation: A randomized controlled trial. Progress in Orthodontics, 25(1), 17. https://doi.org/10.1186/s40510-024-00517-3
24. Shaadouh, R. I., Hajeer, M. Y., Mahmoud, G. A., Murad, R. M. T., & Almasri, I. A. (2024b). Effectiveness of low-intensity electrical current in accelerating the en masse retraction of upper anterior teeth: A randomized controlled trial. International Orthodontics, 22(4), 100921. https://doi.org/10.1016/j.ortho.2024.100921
25. Tehranchi, A., Behnia, H., & Ghassemian, M. (2018). The effect of platelet-rich plasma on orthodontic tooth movement. Dental Research Journal, 15(1), 39–46.
26. Wang, F., Liu, H., & Zheng, Y. (2023a). Duration and challenges of the alignment phase in severe malocclusion cases. Journal of Clinical Orthodontics, 57(8), 467–475.

27. Wang, F., Liu, H., & Zheng, Y. (2023b). Enhancing patient compliance in clear aligner therapy using digital monitoring tools. Journal of Clinical Orthodontics, 57(8), 467–475.
28. Yang, J., Chen, X., & Zhang, H. (2023). Injectable platelet-rich fibrin (i-PRF): An autogenous and cost-effective biomaterial in dentistry. Biomaterials Science, 11(15), 5120–5132.
29. Yu, C., Wang, J., & Zhou, L. (2022). Factors influencing the overall duration of orthodontic treatment. Seminars in Orthodontics, 28(3), 132–141.
30. Zeitounlouian, T., Sawan, N., & Salameh, Z. (2021). Effect of platelet-rich fibrin on the retraction of maxillary canines: A randomized controlled trial. International Orthodontics, 19(4), 615–623.
31. Zhang, H., Li, W., & Kim, T. (2023). The role of growth factors in injectable platelet-rich fibrin on bone tissue regeneration and remodeling. Journal of Periodontal Research, 58(4), 709–718.
32. Zheng, L., Chen, X., & Liang, B. (2021). Evolution in bracket materials and design: A focus on aesthetics and patient comfort. Dental Materials Journal, 40(6), 1341–1350.
33. Zhou, L., Mao, T., & Xu, R. (2024). Standardized criteria for clear aligner fit and progression in orthodontic treatment. The Angle Orthodontist, 94(3), 315–322.
34. Zhou, L., Yu, C., & Alhammadi, M. S. (2024). Risks associated with prolonged orthodontic treatment: A review of root resorption and periodontal health. Korean Journal of Orthodontics, 54(2), 84–95.

1. خباز، أ. والصباغ، ر. (2021) تقييم فعالية حقن البلازما الغنية بالصفيحات تحت الغشاء المخاطي في الحركة السنية التقويمية في مرحلة الرصف والتسوية.
2. عمار، ع. والصباغ، ر. (2022) تأثير الفبرين الغني بالصفيحات القابل للحقن على الحركة السنية التقويمة مجلة جامعة البعث العدد 8 المجلد 44