



الجمهورية العربية السورية  
جامعة دمشق  
كلية طب الأسنان  
قسم مداواة الأسنان

# التأثيرات الجانبية لتبييض الأسنان

## The Side Effects Of Dental Bleaching

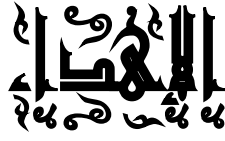
مشروع تخرج أعد لنيل درجة ماجستير التأهيل والتخصص

في طب الأسنان التجميلي

إشراف: أ.م.د. علا ياسين

إعداد: مجد عبده شنيكر

2016



إلى من علّمني أنّ طريق العلم والحقّ وعرةٌ وأنّ أحلامنا مهما بدت بعيدةً  
فهي تستحقّ الكفاح لبلوغها ...

إلى روح والدي

إلى من غرست في أعماقي بذرة الحبّ وعلمتني أنّ لاشيء يبدأ ولا شيء  
يكتمل بدون الحبّ...

إلى أمّي الحبيبة

إلى من آمن بي وأعطاني القوة لأحلق عالياً....

إلى أخي العزيز

# الحمد والشكر

الشكر الجزيل إلى البحر الذي ضمّني بين طيّاته ثمان سنواتٍ، نهلت فيها نقاء مهنتي (جامعة دمشق - كلية طب الأسنان).

ولذلك لابدّ لي أن أنحني إجلالاً واحتراماً إلى منارة العقول وكواكب العلم، جميع الأساتذة الأفاضل دون استثناء في كلية طب الأسنان وفي قسم طب الأسنان التّجميلي.

وأتوجّه بخالص الشكر والامتنان إلى عميد كلية طب الأسنان الأستاذ الدكتور محمد سالم ركاب على ما قدّمه ويقدّمه للارتقاء بالسّويّة العلميّة في كلية طب الأسنان.

وأتوجّه أيضاً بالشكر للأستاذ الدكتور عمّار مشلح نائب عميد كلية طب الأسنان للشؤون العلميّة والأستاذ الدكتور محمد إياد الحفّار نائب عميد كلية طب الأسنان للشؤون الإداريّة على جهودهما المبذولة للارتقاء بكلية طب الأسنان.

كما أتوجّه بالشكر إلى كوكبة الأساتذة الأفاضل على تكرمهم بتحكيم مشروع التّخرّج هذا وإغنائه بملاحظاتهم الكريمة: أ.د. محمد سالم ركاب، أ.م.د. نبيل الخوري، أ.م.د. علي أبو سليمان، م.د. حسام مللي.

وفي الختام لا يسعني سوى أن أخفض الطّرف أمام الشّمس السّاطعة التي أشرقت وأشرفت على مشروع التّخرّج هذا ليُبصر النّور معترفاً بفضلها عاجزاً عن شكرها. أ.م.د. علا ياسين.

التأثيرات الجانبية لتبييض الأسنان

## **The Side Effects Of Dental Bleaching**

## Table of Contents

## قائمة المحتويات

|         |                                                    |
|---------|----------------------------------------------------|
| 4.....  | قائمة الجداول                                      |
| 5.....  | قائمة الأشكال                                      |
| 8.....  | 1) المقدمة                                         |
| 13..... | 2) تصبغات الأسنان                                  |
| 13..... | 1-2 التصبغات الخارجية                              |
| 13..... | 1-1-2 تصنيف التصبغات الخارجية اعتماداً على الأسباب |
| 13..... | 2-1-2 تصنيف التصبغات حسب Nathoo                    |
| 14..... | 3-1-2 تصنيف التصبغات حسب كونها معدنية أو لا معدنية |
| 16..... | 2-2 التصبغات الداخلية                              |
| 16..... | 1-2-2 التصبغات الداخلية التي تحدث قبل بزوغ الأسنان |
| 21..... | 2-2-2 التصبغات التي تحدث بعد بزوغ الأسنان          |
| 23..... | 3-2 التصبغات الذاتية                               |
| 24..... | 3) مركبات مواد التبييض                             |
| 24..... | 1-3 بيروكسيدات الكارباميد: $(CH_6N_2O_3)$          |
| 24..... | 2-3 بيروكسيدات الهيدروجين: $(H_2O_2)$              |
| 25..... | 3-3 بربورات الصوديوم: $(NaBo_3)$                   |
| 26..... | 4) آلية التبييض                                    |
| 28..... | 5) طرق التبييض                                     |
| 28..... | 1-5 تبييض الأسنان الحية                            |
| 28..... | 1-1-5 التبييض المنزلي                              |
| 29..... | 2-1-5 التبييض الفعال (القوي) ضمن العيادة           |

|    |                                                              |
|----|--------------------------------------------------------------|
| 30 | 2-5 تبييض الأسنان غير الحيّة.....                            |
| 33 | 6-التأثيرات الجانبية للتبييض.....                            |
| 33 | 1-6 التأثيرات على الترميمات السنّية.....                     |
| 33 | 1-1-6 التأثير على ترميمات الأملغم.....                       |
| 37 | 2-1-6 التأثير على الراتنجات المركّبة.....                    |
| 46 | 3-1-6 التأثير على الخزف.....                                 |
| 47 | 4-1-6 التأثير على المواد الترميمية الأخرى.....               |
| 51 | 2-6 التأثير على النّسج السنّية.....                          |
| 51 | 1-2-6 تأثير التّبييض على المينا.....                         |
| 58 | 2-2-6 التأثير على العاج.....                                 |
| 59 | 3-2-6 التأثير على الملاط.....                                |
| 60 | 4-2-6 التأثير على اللّب.....                                 |
| 65 | 3-6 التأثير على الارتباط.....                                |
| 65 | 1-3-6 التأثير على الارتباط عند تبييض الأسنان الحيّة.....     |
| 69 | 2-3-6 التأثير على الارتباط عند تبييض الأسنان غير الحيّة..... |
| 71 | 4-6 الامتصاص العنقيّ للجزر.....                              |
| 73 | 5-6 الحساسية السنّية.....                                    |
| 76 | 1-5-6 تدبير الحساسية السنّية.....                            |
| 78 | 6-6 التأثير على النّسج الرّخوة.....                          |
| 78 | 1-6-6 عند التّبييض المنزلي.....                              |
| 79 | 2-6-6 عند التّبييض في العيادة.....                           |
| 82 | 7-6 التأثيرات الجهازية.....                                  |

|    |                                               |
|----|-----------------------------------------------|
| 82 | 1-7-6 الاضطرابات الاطباقيّة.....              |
| 83 | 2-7-6 تغيّر حس التذوّق .....                  |
| 83 | 3-7-6 التأثير على الجهاز الهضمي .....         |
| 84 | 4-7-6 التأثير على الجلد .....                 |
| 84 | 5-7-6 التأثير على جهاز الدوران الدّمويّ ..... |
| 84 | 6-7-6 التأثيرات الوراثيّة.....                |
| 86 | (7) الخاتمة.....                              |
| 88 | (8) المراجع.....                              |

**قائمة الجداول** **List of tables**

| رقم<br>الجدول | اسم الجدول                                              | المرجع                   | رقم<br>الصفحة |
|---------------|---------------------------------------------------------|--------------------------|---------------|
| الجدول 1      | تطوّر مواد التبييض عبر التّاريخ.                        | (Greenwall, et al, 2001) | 11-9          |
| الجدول 2      | تأثير تركيز الفلور على الميناء.                         | (Cawson, & Odell, 2008)  | 19            |
| الجدول 3      | تأثير عدّة أنواع من الليزر على ارتفاع درجة حرارة اللبّ. | (De Moor et al, 2015)    | 64-63         |
| الجدول 4      | تأثير التبييض على الامتصاص الخارجيّ للجذر.              | (Ingle, et al, 2008)     | 72            |

### قائمة الأشكال List of figures

| رقم الصفحة | المرجع                    | اسم الشكل                                                             | رقم الشكل    |
|------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------|
| 14         | (Neville et al, 2016)     | تصبغات خارجية على السطوح اللسانية للقواطع السفلية نتيجة لتدخين التبغ. | الشكل (A-1)  |
| 14         | (Neville et al, 2016)     | تصبغات شديدة نتيجة تدخين التبغ.                                       | الشكل (B-1)  |
| 15         | (Freedman, et al, 2012)   | تصبغات معدنية.                                                        | الشكل (2)    |
| 16         | (Neville et al, 2016)     | تصبغات في الأسنان بلون أحمر ناتجة عن البورفيريا الخلقية.              | الشكل (3)    |
| 17         | (Fernandes et al, 2011)   | تصبغات ناتجة عن رتق القناة الصفراوية.                                 | الشكل (4)    |
| 17         | (Cameron, & Widmer, 2013) | نقص نضج المينا ويلاحظ بقع بيضاء على المينا.                           | الشكل (A-5)  |
| 17         | (Cameron, & Widmer, 2013) | نقص تكلس في المينا.                                                   | الشكل (B-5)  |
| 18         | (Cameron, & Widmer, 2013) | سوء تشكّل المينا.                                                     | الشكل (C-5)  |
| 18         | (Cawson, & Odell, 2008)   | سوء تشكّل العاج.                                                      | الشكل (6)    |
| 19         | (Cawson, & Odell, 2008)   | تبقعات فلورية متوسطة.                                                 | الشكل (A -7) |
| 19         | (Cawson, & Odell, 2008)   | تبقعات فلورية شديدة.                                                  | الشكل (B -7) |
| 20         | (Neville et al, 2016)     | تصبغات تتراسكلينية من الدرجة الأولى.                                  | الشكل (A-8)  |
| 20         | (Neville et al, 2016)     | تصبغات تتراسكلينية من الدرجة الثالثة.                                 | الشكل (B-8)  |

|    |                              |                                                                         |                |
|----|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 21 | (Garg, & Garg, 2015)         | تصبغات ناتجة عن التّقدّم بالعمر.                                        | الشّكل (9)     |
| 22 | (Neville et al, 2016)        | تصبغات في الأسنان نتيجة للتّسرّب المجهرّي حول ترميمات الرّاتنج المركّب. | الشّكل (A -10) |
| 22 | (Neville et al, 2016)        | تصبغ في الثّنية بلون رماديّ أو أسود نتيجة ترميمها بالأملغم.             | الشّكل (B -10) |
| 23 | (Olivi & Olivi, 2015)        | تصبغ في الثّنية بلون ورديّ نتيجة تعرّضها للرّض.                         | الشّكل (11)    |
| 24 | (Costa, 2012)                | آليّة تفكّك بيروكسايّد الكارباميد.                                      | الشّكل (12)    |
| 25 | (Ingle, et al, 2008)         | بربورات الصّوديوم.                                                      | الشّكل (13)    |
| 27 | (Kelleher, 2008)             | آليّة حدوث التّبييض.                                                    | الشّكل (14)    |
| 28 | (Garg, & Garg, 2015)         | صفائح التّبييض المنزليّة.                                               | الشّكل (15)    |
| 29 | (Olivi & Olivi, 2015)        | تقنيّة التّبييض في العبادة.                                             | الشّكل (16)    |
| 32 | (Berman, & Hargreaves, 2016) | تصبغ داخليّ لثنية علويّة.                                               | الشّكل (A -17) |
| 32 | (Berman, & Hargreaves, 2016) | تطبيق مادّة بربورات الصّوديوم.                                          | الشّكل (B -17) |
| 32 | (Berman, & Hargreaves, 2016) | ختم الحشوة اللّبيّة بمادّة ترميميّة.                                    | الشّكل (C -17) |
| 32 | (Berman, & Hargreaves, 2016) | النتيجة بعد التّبييض الدّاخليّ.                                         | الشّكل (D -17) |
| 35 | (Azarsina, et al, 2011)      | تحرّر الرّئبق من ترميمات الأملغم الملمّعة وغير الملمّعة.                | الشّكل (18)    |
| 39 | (Pitacas et al, 2015)        | مساميّة الرّاتنج المركّب بعد التّبييض.                                  | الشّكل (A-19)  |
| 39 | (Pitacas et al, 2015)        | تصدّعات في بنية الرّاتنج المركّب بعد التّبييض.                          | الشّكل (B-19)  |
| 51 | (Soares, et al, 2013)        | سطح ميناء أملس غير خاضع للتّبييض.                                       | الشّكل (A-20)  |

|    |                                 |                                                                              |              |
|----|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 51 | (Soares, et al, 2013)           | سطح ميناء غير منتظم يحوي<br>غؤورات بعد التبييض<br>ببيروكسايد الكارباميد 10%. | الشكل (B-20) |
| 51 | (Soares, et al, 2013)           | سطح الميناء شديد العشوائية<br>وشديد المسامية.                                | الشكل (C-20) |
| 71 | (Ingle, et al, 2008)            | معالجة لبية لثنية بعد تعرّضها<br>لرض.                                        | الشكل (A-21) |
| 71 | (Ingle, et al, 2008)            | الامتصاص العنقيّ الجذريّ.                                                    | الشكل (B-21) |
| 79 | De Freitas & Simoes, )<br>(2015 | حروق في اللثة بعد التبييض.                                                   | الشكل (22)   |

ترتبط كل رغبات البشر بشكلٍ ما بالجمال (Gürel, 2003)، والرغبة في الحصول على أسنانٍ أكثر ابيضاضاً هي الرغبة الأقوى في طلبات المرضى عند المعالجة السنّية (Freedman, et al, 2012). حيث يمكن للتصبّغات الشديدة للأسنان أن تسبّب مشكلةً تجميليةً كبرى لدى المريض، وفي حال عدم معالجة هذه التصبّغات فإنّها يمكن أن تولّد صعوباتٍ نفسيةً واجتماعيةً لديه (Baki, & Alexander, 2015)، وهذا ما يشير إلى أهميّة لون الأسنان وتأثيرها على نفسيّة الفرد وجاذبيّته (Buss, 2015). وبمقارنته بقيّة الإجراءات السنّية التجميلية فإن التبييض يعد المرضى بالحصول على ابتسامةٍ أكثر جاذبيّةً، حيث يعدّ الخيار الأقلّ هتكاً بالنسج والأقلّ كلفةً للحصول على أسنانٍ أفتح لوناً. (Goldstein, 2014). ولذلك فإنّه من مسؤوليّة الطّبيب الإشراف على المرضى الذين يرغبون بالقيام بإجراءات التبييض وذلك لضمان حصولهم على الفائدة التجميلية الأكبر ضمن حدود الصّحة الفموية والجهازية (Freedman, et al, 2012).

إنّ الحصول على أسنانٍ جميلةٍ ليس ظاهرةً حديثةً، ففي اليونان في القرن الثالث قبل الميلاد كان يعدّ الحصول على أسنانٍ بيضاء من الفضائل، حيث كانت إجراءات التبييض لدى الجراح اليوناني Guy de Chauliac تتمثّل بتنظيف الأسنان بمزيجٍ من العسل والملح المحروق مع الخلّ، واستمرت أفكاره طيلة 300 سنة (Freedman, et al, 2012)، كما تمّ استخدام حمض البول من قبل الممارسين السنّيين في البدايات المبكرة (Aschheim, et al, 2015).

حملت الحقبة التّالية لطبّ الأسنان دراسة التّشريح السنّي والأمراض الفموية، وبالجمع بين رغبات المريض وتطوّر العلوم الطبيّة والكيمياء حصلنا على عوامل تبييض الأسنان الحيّة وإجراءات التبييض.

(Freedman, et al, 2012).

تطوّرت مواد تبييض الأسنان منذ 200 سنة، ففي أواخر القرن التاسع عشر تمّ استخدام عدّة مواد مثل كلوريد الألمنيوم، حمض الأوكساليك، بيروكسايديت، هيدروجين دي أوكسايدي (Berman, & Hargreaves, 2016)

حيث يوضّح (الجدول 1) تطوّر مواد التبييض عبر التّاريخ (Greenwall, et al, 2001)

| العام | الباحث    | المادّة المستخدمة                                                                                                                                 | نوع التّصبّغات              |
|-------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1799  | Macintosh | تم اكتشاف كلوريد اللّيمون وسمّي بمسحوق التّبييض.                                                                                                  |                             |
| 1848  | Dwinelle  | كلوريد اللّيمون.                                                                                                                                  | الأسنان غير الحيّة.         |
| 1860  | Truman    | الكلوريد وحمض الخلّات labarraque's solution.                                                                                                      | الأسنان غير الحيّة.         |
| 1861  | Woodnut   | نصح بتطبيق مادّة التّبييض وتبديلها بمواعيد متلاحقة.                                                                                               |                             |
| 1868  | Latimer   | حمض الأوكساليك.                                                                                                                                   | الأسنان الحيّة.             |
| 1877  | Chapple   | حمض كلور الماء وحمض الأوكساليك.                                                                                                                   | جميع التّصبّغات.            |
| 1878  | Taft      | حمض الأوكساليك وهيبوكلوريت الكالسيوم.                                                                                                             |                             |
| 1884  | Harlan    | تمّ استخدام بيروكساييد الهيدروجين لأوّل مرّة.                                                                                                     | جميع التّصبّغات.            |
| 1893  | Atkinson  | تمّ استخدام 3% pyrozone كغسولٍ فمويّ لتفتيح الأسنان، وكان 25% pyrozone أكثر فعاليّة.                                                              |                             |
| 1895  | Garretson | الكلور المطبقّ على سطح الأسنان.                                                                                                                   | الأسنان غير الحيّة.         |
| 1910  | Prins     | بيروكساييد الهيدروجين 30%.                                                                                                                        | الأسنان الحيّة وغير الحيّة. |
| 1916  | Kaine     | حمض كلور الماء 18% مع حرارة المصباح.                                                                                                              | التّبقّعات الفلوريّة.       |
| 1918  | Abbot     | اكتشف ضوءاً عالي الشدّة يُحدث ارتفاعاً متزايداً في درجة حرارة بيروكساييد الهيدروجين لتسريع تبييض الأسنان كيميائيّاً.                              |                             |
| 1924  | Prinz     | أوّل من سجّل استخدام البرورات في بيروكساييد الهيدروجين المنشط بمصدرٍ ضوئيّ.                                                                       |                             |
| 1958  | Pearson   | استخدم بيروكساييد الهيدروجين 35% داخل السنّ واقترح بيروكساييد الهيدروجين 25% والايتر 75% المنشط ضوئياً باستخدام المصباح الذي ينشر الضوء والحرارة. | الأسنان غير الحيّة.         |
| 1961  | Spasser   | تقنيّة التّبييض السّيّار حيث يطبق مزيج من برورات الصّوديوم والماء ضمن الحجرة اللّبنيّة.                                                           | الأسنان غير الحيّة.         |

|      |                     |                                                                                                    |                                        |
|------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1965 | Bouschar            | 5 أجزاء من بيروكساييد الهيدروجين 35% و 5 أجزاء من حمض كلور الماء 36% وجزء واحد من دي إيثيل الايتر. | التصبغات البرتقالية والتبغات الفلورية. |
| 1965 | Stewart             | تقنية التثبيط الحراري.                                                                             | الأسنان غير الحية.                     |
| 1966 | McInnes             | أعاد تقنية Bouschar نفسها ولكنه استخدم تقنية السحل بالخفان مع حمض كلور الماء.                      |                                        |
| 1967 | Cohen and Parkins   | بيروكساييد الهيدروجين 35% باستخدام أداة حرارية.                                                    | التصبغات التتراسكلينية.                |
| 1967 | Nutting and Poe     | تقنية التبييض السيار المشتركة.                                                                     | الأسنان غير الحية.                     |
| 1968 | Klusmier            | ظهرت فكرة التبييض المنزلي صدفة عن طريق استخدام Gly-Oxide ضمن طابع مصمم خصيصاً للمريض.              | الأسنان الحية.                         |
| 1972 | Klusmier            | استخدم نفس الطريقة السابقة ولكن باستخدام Proxigel.                                                 |                                        |
| 1975 | Chandra and Chawla  | بيروكساييد الهيدروجين 35% وحمض كلور الماء.                                                         | التبغات الفلورية.                      |
| 1979 | Compton             | 30% بيروكساييد الهيدروجين بدرجة حرارة (130-145) فهرنهايت.                                          | التصبغات التتراسكلينية.                |
| 1979 | Harrington & Natkin | سجل حالات للامتصاص الخارجي وربطها بتبييض الأسنان غير الحية.                                        |                                        |
| 1982 | Abou-Rass           | نصح بإجراء المعالجة اللبية مع التبييض الداخلي.                                                     | التصبغات التتراسكلينية.                |
| 1984 | Zaragoza            | بيروكساييد الهيدروجين 70% مع حرارة لكلا الفكين.                                                    | الأسنان الحية.                         |
| 1986 | Munro               | استخدم Gly-Oxide للسيطرة على النمو الجرثومي بعد تسوية الجذر، ولاحظ ابيضاض الأسنان.                 | الأسنان الحية.                         |
| 1987 | Feinman             | تقنية التبييض في العيادة باستخدام بيروكساييد الهيدروجين 30% والحرارة من جهاز التبييض.              | الأسنان الحية.                         |

|      |                                       |                                                                                                                        |                                                            |
|------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 1989 | Croll                                 | تقنية السّحل المجهرى باستخدام 10% حمض كلور الماء والخفّان.                                                             | الأسنان الحيّة،<br>تصبّغات المينا<br>السطحيّة، نقص التّكلس |
| 1989 | Haywood<br>and<br>Heymann             | تبييض الأسنان الحيّة المنزلي باستخدام 10% بيروكساييد الكارباميد ضمن صفائح التّبييض.                                    | جميع التّصبّغات<br>(الأسنان الحيّة وغير<br>الحيّة).        |
| 1990 |                                       | ظهور مركّبات التّبييض over the counter.                                                                                | الأسنان الحيّة.                                            |
| 1991 |                                       | تمّ التّحري عن مواد التّبييض وجمعت الـ FDA جميع الدّراسات التي تتعلّق بأمان استخدامها، وتمّ رفع الحظر عنها بعد 6 أشهر. |                                                            |
| 1991 | Numerous<br>and Heyman                | التّبييض القوي باستخدام بيروكساييد الهيدروجين 35% وتنشيطه بالضّوء.                                                     | جميع التّصبّغات<br>(الأسنان الحيّة).                       |
| 1991 | Garber and<br>Goldstein               | مشاركة التّبييض القوي مع التّبييض المنزليّ.                                                                            |                                                            |
| 1991 | Hall                                  | نصح بعدم تخريش الأسنان قبل إجراءات تبييض الأسنان الحيّة.                                                               |                                                            |
| 1994 | الجمعية<br>الأمريكيّة لطبّ<br>الأسنان | تمّ تحقيق كفاءة وفعاليّة التّبييض تحت موافقة الـ ADA.                                                                  |                                                            |
| 1996 | منظمة الغذاء<br>والدّواء              | وافقت FDA على استخدام ليزر الآرغون وليزر CO <sub>2</sub> لتبييض الأسنان.                                               |                                                            |
| 1996 | Reyto                                 | تبييض الأسنان بالليزر.                                                                                                 | الأسنان الحيّة.                                            |
| 1997 | Settembrini<br>et al                  | تبييض داخلي/خارجي.                                                                                                     | الأسنان الحيّة وغير<br>الحيّة.                             |
| 1998 | Carrillo et al                        | تطبيق بيروكساييد الكارباميد 10% ضمن طابع مصمّم خصيصاً في حجرة اللّب المفتوحة.                                          |                                                            |

الجدول 1 : تطوّر مواد التّبييض عبر التّاريخ.

(Greenwall, et al, 2001)

وتتمّ تصنيف عوامل التبييض تبعاً لفاعليّتها في إزالة التّصبّغات، حيث تمّ إزالة التّصبّغات المعدنية باستخدام حمض الأوكساليك أو حمض الحمّاض، وتمّ إزالة التّصبّغات النّحاسيّة والفضيّة باستخدام الكلور بينما تمّ إزالة تصبّغات اليود باستخدام الأمونيا. (Greenwall, et al, 2001)

## Tooth Discoloration:

## (2)تصبغات الأسنان:

يمكن لطبيب الأسنان من خلال التعرف على سبب التصبغات، إخبار المريض بإمكانية تفتيح الأسنان وبمحدودية درجة التحسن المتوقعة، كمثال على ذلك يمكن للتصبغات الصفراء الناتجة عن التقدم بالعمر أن تستجيب بسهولة للتبييض في حين تعتبر التصبغات التتراسكلينية الزرقاء الرمادية معدة على التبييض. (Hilton, et al, 2013)

تصنف التصبغات إلى تصبغات خارجية، تصبغات داخلية وتصبغات ذاتية.

**1-2 التصبغات الخارجية (Extrinsic Discoloration):** قام عدة مؤرخين بتصنيف التصبغات الخارجية تبعاً لعدة معايير:

**1-1-2 تصنيف التصبغات الخارجية اعتماداً على الأسباب:**

**1-1-1-2 التصبغات المباشرة (Direct Discoloration):** التي تحدث بشكل أساسي بين الكائنات الدقيقة الملونة التي تأتي من المصادر الغذائية، على الرغم من أن العوامل الأخرى قد تكون مسؤولة أيضاً.

**2-1-1-2 التصبغات غير المباشرة (Indirect Discoloration):** المرتبطة بالمطهرات الكيتونية و الأملاح المعدنية. (Sikri, 2015)

**2-1-2 كما تصنف التصبغات حسب Nathoo إلى :**

**1-2-1-2 نمط 1 (N1):** ترتبط المواد المولدة للون بسطح السن و تسبب التغير اللوني. يشبه اللون من مولدات اللون الأصبغة السنّية الناتجة عن الشاي، القهوة، النبيذ والبكتيريا المولدة للون.

**2-2-1-2 نمط 2 (N2):** تقوم مولدات اللون بإحداث تغير لوني بعد ارتباطها بالأسنان، تزداد قتامة البقعة (التصبغ) بمرور الوقت.

**3-2-1-2 نمط 3 (N3):** ترتبط المواد عديمة اللون (ما قبل مولدات اللون) بالسن و تخضع لتفاعل كيميائي لتحدث التصبغات. (Berman, & Hargreaves, 2016)

### 3-1-2 تصنيف التصبغات حسب كونها معدنية أو لا معدنية :

#### 1-3-1-2 تصبغات لا معدنية (Non Metallic Discoloration): كالتصبغات الناتجة عن الأصبغة في

الطعام والمشروبات (Guttenberg, 2012) مثل حمض التانيك الموجود في الشاي والقهوة والمشروبات الغازية، بالإضافة إلى التصبغات الناتجة عن التبغ ومضغ نبات التببول عند بعض الأعراق.

(Felton, & Chapman, 2013)، كما يمكن أن تسبب الغسولات الفموية التي تحتوي على كلور الهكسيدين ومركبات الأمونيوم الرباعية تصبغات في الأسنان. (Greenberg, 2004)

إن درجة ونوعية هذه التصبغات تعكس مباشرة نمط، مدة وشدة التعرض لهذه العوامل.

(Freedman, et al, 2012)، حيث ينتج التبغ تصبغات بنية صفراء مائلة للسود، في المنطقة العنقية من السن وخاصة من السطوح اللسانية، بينما مضغ التبغ ينتج بقعاً أغمق، كما يسبب تدخين الماريجوانا حلقات واضحة حول المنطقة العنقية من الأسنان، أما الشاي والقهوة فتنتج بقعاً بنية سوداء اللون. (Goldstein, 2014)

الشكل (1)



الشكل (1) : (A-1) تصبغات خارجية على السطوح اللسانية للقواطع السفلية نتيجة لتدخين التبغ.

(B-1) تصبغات شديدة نتيجة تدخين التبغ.

(Neville et al, 2016)

يمكن للصحة الفموية المتدنية المصحوبة بالجراثيم المنتجة للأصبغة والأطعمة الملونة أن تسبب تصبغ الأسنان بدرجات لونية مختلفة. (Eakle & Hatrick, 2016) حيث يمكن أن يُصاب الأطفال بالتصبغات الخضراء عند

بقاء الغشاء المغطّي للسنّ البازغ ويصطبغ بالجراثيم وهذا ما يحدث على السطوح الدهليزيّة للقواطع العلويّة فيبدو قبيحاً وهو صعب الإزالة. (Felton, & Chapman, 2013)

لحسن الحظّ، فإنّ إنذار تبييض الأسنان في هذه الفئة من التصبّغات يعتبر ممتازاً حيث من المتوقّع لإجراءات التبييض الاعتياديّة أن تعطي نتائجاً دراماتيكيّة سريعة في معظم الحالات . (Freedman, et al, 2012)

**2-3-1-2 التصبّغات المعدنيّة (Metallic Discoloration):** بشكلٍ غير مباشرٍ من الحديد، النحاس، برمنغنات البوتاسيوم، نترات الفضة وفلور القصديري (Greenberg, 2004) الشكل (2)

○ ترى التصبّغات السوداء عند الأشخاص الذين يستخدمون ممتّات (مكمّلات) الحديد وعمال سبائك الحديد.

○ يسبّب النحاس تصبّغاتٍ خضراء في الفم بعد الغسل بأملاح النحاس.

○ تنتج برمنغنات البوتاسيوم اللون البنفسجيّ المائل للأسود.

○ تسبّب أملاح نترات الفضة التصبّغات الرمادية.

○ يسبّب فلوريد القصدير التصبّغات البنيّة الذهبيّة.

(Sikri, 2015)



الشكل (2) : تصبّغات معدنيّة.

(Freedman, et al, 2012)

**2-2 التّصبّغات الدّاخلية (Intrinsic Discoloration):** وتنقسم إلى قسمين رئيسيين: قبل بزوغ السنّ وبعد بزوغ السنّ.

**1-2-2 التّصبّغات الدّاخلية التي تحدث قبل بزوغ الأسنان (Pre-Eruptive Discoloration):**  
**1-1-2-2 الاضطرابات الدّمويّة (Hematological Disorders):** وتنقسم إلى:

**1-1-1-2-2 التّلون الناتج عن البورفيريا الخلقيّة (Congenital Erythropoietic porphyria):** وهو خللٌ وراثيّ لاستقلاب البورفيرين حيث يحدث زيادةً في إنتاج اليوروبورفيرين والأصبغة في الجسم. قد تظهر الأسنان المؤقتة والدائمة تصبغاً أحمر أو بني اللون، وتتألق الأسنان تحت ضوء الأشعة فوق البنفسجية بلونٍ أحمر. (Rao, 2012) الشكل (3)



الشكل (3) : تصبغات في الأسنان بلونٍ أحمر ناتجة عن البورفيريا الخلقيّة.

(Neville et al, 2016)

**2-1-1-2-2 التّلون الناتج عن الانحلال الدّمويّ الجنينيّ (Erythroblastosis Fetalis):** هو اضطرابٌ دمويّ يصيب حديثي الولادة يتطور في الرحم قبل الولادة نتيجة عدم توافق رصاصات دم الأمّ السليّة مع رصاصات دم الجنين الإيجابية، حيث لا يتضمن التصبغ الأسنان أو أجزاء الأسنان التي تشكّلت بعد توقّف الانحلال الدّمويّ بعد الولادة بفترة قصيرة. تصيب الأسنان المؤقتة فقط وعادةً ما يبدو التّصبغ بلونٍ أخضر أو أخضر مزرقّ.

(Purkait, 2011)

3-1-1-2-2 التَّلَوْن الناتج عن فقر الدَّم المنجليّ أو التَّلَاسِيمِيَا (sickle cell anemia): وهو اضطرابٌ دمويٌّ موروثٌ يترافق بزيادة انحلال كريات الدَّم الحمراء. يشبه التَّلَوْن الناتج عن الانحلال الدَّمويّ الجينيّ ولكنّ التَّلَوْن يكون أكثر شِدَّةً ويشمل الأسنان الدائمة والمؤقَّتة ولا يزول مع مرور الوقت. (Garg, & Garg, 2014)

4-1-1-2-2 التَّلَوْن الناتج عن رتق القناة الصَّفراوِيَّة (Biliary Atresia): وهو مرضٌ خلقيٌّ غير شائعٍ يصيب الأطفال حديثي الولادة ويترافق مع تضيق أو غياب أقنية الجهاز الصَّفراويّ في الكبد، ويصيب الأسنان المؤقَّتة حيث تبدو أغمق لوناً أو خضراء اللون مع تصبُّع الجذور بشكلٍ أكبر من التَّيجان. (Purkait, 2011) الشَّكل (4)



الشَّكل (4) : تصبُّغات ناتجة عن رتق القناة الصَّفراوِيَّة.

(Fernandes et al, 2011)

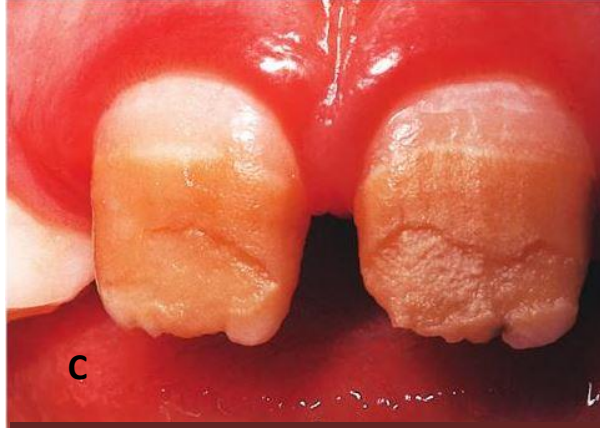
2-1-2-2 الاضطرابات التَّطَوُّريَّة التي تصيب المينا والعاج (Developmental Defects): وتشمل:

1-2-1-2-2 سوء التَّصنُّع المينائيّ (Amelogenesis Imperfecta): يختلف المظهر السريريّ حسب نوع سوء التَّصنُّع المينائيّ الحاصل (نقص تشكُّل، نقص تكلُّس، نقص نضج) حيث تتلَوَّن الأسنان بلونٍ بنيٍّ إلى أبيض في حالات نقص تكلُّس المينا وتكون بنية المينا فيها سليمةً. بينما يكون المينا معيباً ومسامياً في حالة سوء التَّصنُّع المينائيّ وبالتالي فهو أكثر عرضةً للتَّلَوْن بالملونات داخل الحفرة الفمويَّة، ونتيجةً لذلك فقد لا يكون تأثير التَّبْيِيض دائماً وذلك يعتمد على امتداد وشِدَّة الحالة ونوع التَّصبُّع. (Ingle, et al, 2008) الشَّكل (5)



الشَّكل (5): (A-5) نقص نضج المينا ويلاحظ بقعٌ بيضاء على المينا. (B-5) نقص تكلُّس في المينا.

(Cameron, & Widmer, 2013)



الشكل (C-5) سوء تشكّل المينا.

(Cameron, & Widmer, 2013)

كما تعتمد المعالجة على حالة المينا، ففي حال كانت سماكة المينا كافيةً يمكن أن يكون تطبيق الفلور الموضعي مناسباً بعد إجراءات الارتباط المباشر ولكن المعالجة الأكثر توقعاً هي تأمين تعويضٍ يغطّي الأسنان المصابة بالكامل أمّا في حال السماكة السنّية غير الكافية أو المينا المتشظّي فإنّ الاستطباب الوحيد هو التعويض المغطّي بالكامل. (Freedman, et al, 2012).

2-2-1-2-2 سوء التّصنّع العاجيّ (*Dentinogenesis Imperfecta*): ينتقل هذا الشّكل غير الشّائع من تشكّل الكولاجين كصفةٍ جسيديّةٍ سائدةٍ، وترتبط هذه المورثة بصورةٍ وثيقةٍ بسوء تشكّل العظم. يبدو المينا طبيعياً إلا أنّه يكون ذا لونٍ بنيّ أو بنفسجيّ موحدٍ ويكون شاذ الشّفويّة. قد يغيب أحياناً الشّكل المروحيّ للملتقى المينائيّ العاجيّ وتميل المينا للانفصال عن العاج وخاصّةً عند الأرحاء التي تكون بصليّة الشّكل.

(الشكل (6) (Cawson, & Odell, 2008)



الشكل (6) : سوء تشكّل العاج.

(Cawson, & Odell, 2008)

**3-1-2-2 التبقع الفلوري (Flourosis):** ثبت أنّ ارتفاع تركيز الفلور (أكثر من 4 أجزاء في المليون) يؤدي إلى تغيير معتدل إلى شديد في اللون. يعتبر أكثر انتشاراً عند القواطع يليها الضواحك والأرحاء. (Sikri, 2015)

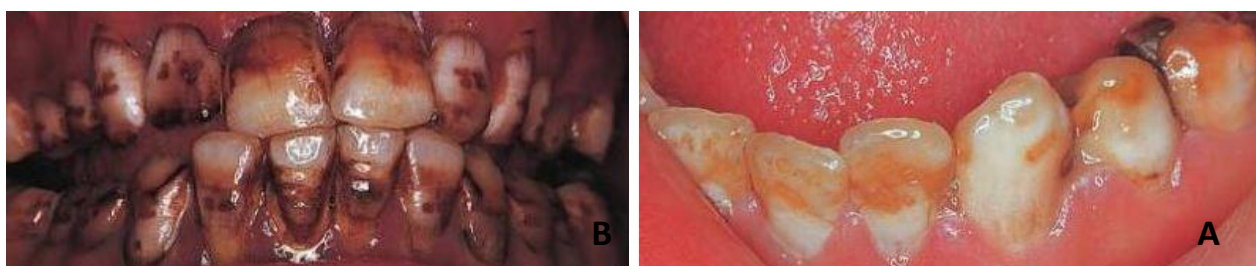
ويوضّح الجدول (2) تأثير تركيز الفلور على الميناء.

| تركيز الفلور   | التأثيرات                                                                                                      | المظهر السريري |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| أقل من ٠.٥ ppm | اضطرابات طفيفة أو طفيفة جداً في نسبة تصل إلى ١٪ من المرضى                                                      | غير واضح       |
| ٠.٥ - ١.٥ ppm  | في الحد الأعلى. يظهر اضطراب طفيف جداً لدى ٢٢٪ من المرضى                                                        |                |
| ٢.٥ ppm        | اضطرابات طفيفة أو طفيفة جداً لدى أكثر من ٥٠٪. معتدلة أو شديدة لدى ما يقارب ١٠٪                                 | ملحوظة         |
| ٤.٥ ppm        | يصاب كل المرضى تقريباً بدرجة ما. يعاني ٤٦٪ من المرضى من اضطرابات «معتدلة». ويعاني ١٨٪ منهم من اضطرابات «شديدة» | مشوه           |
| ٦ ppm و أكثر   | يُصاب كل المرضى. ويكون ٥٠٪ منهم مشوهون بشدة                                                                    |                |

الجدول (2) : تأثير تركيز الفلور على الميناء.

(Cawson, & Odell, 2008)

يتمّ تصنيف التبقع الفلوري بشكلٍ أوسع إلى تبقعاتٍ بسيطةٍ، معتدلةٍ وشديدةٍ. تظهر التبقعات الفلورية البسيطة كتصبغاتٍ بنيةٍ على سطحٍ أملسٍ، أمّا التبقعات المتوسطة فتظهر كبقعٍ على سطح الميناء مع تلوّناتٍ بينما تظهر التبقعات الفلورية الشديدة كتصبغاتٍ مع سطوحٍ ميناويةٍ محفّرةٍ. لا يستجيب النمط الشديد من التبقع الفلوري للتبييض. (Sikri, 2015) الشكل (7)



الشكل (7): التبقع الفلوري: (A - 7) تبقعات فلورية متوسطة. (B - 7) تبقعات فلورية شديدة.

(Cawson, & Odell, 2008)

لا تتلَوّن الأسنان المصابة عند البزوغ ولكن سطحها المسامي يجذب التّصبّغات الخارجيّة الموجودة في الحفرة الفمويّة، ويتراوح تلَوّن الأسنان بين البقع الطبشوريّة البيضاء إلى التّصبّغات البنيّة أو الصّفراء. يمكن علاج التّبقّع الفلوري البسيط والمعتدل بالتّبييض ولكن يجب الأخذ بعين الاعتبار الخيار التّرميمي في الحالات الشّديدة. (Ingle, et al, 2008).

4-1-2-2- التصبغ التتراسكليني (Tetracycline Staining): يحدث نتيجة تناول الأمّ الحامل أو المريض للتتراسكلين وانتقاله إلى الجنين (Felton, & Chapman, 2013)، كما يحدث عند الأطفال الذين تلقوا المعالجة بالتتراسكلين خلال تكسّ الأسنان المؤقتة والدائمة. (Rao, 2012)

يملك التتراسكلين انجذاباً انتقائياً للتوضع في بنية العظام والأسنان، غالباً بسبب تشكيله معقدًا مع شوارد الكالسيوم الموجودة في بلورات الهيدروكسي أباتيت. (Sivapathasundharam, & Rajendran, 2014)

تمّ تصنيف تصبّغات التتراسكلين إلى ثلاث درجات: ففي الدّرجة الأولى يظهر السنّ بلونٍ أصفر إلى رماديّ منتشرٍ بانتظامٍ على كامل تاج السنّ، وفي الدّرجة الثّانية يصبح التّصبّع أشدّ ولكن بدون ظهور شرائطٍ لونيّةٍ على سطح السنّ، وفي الدّرجة الثّالثة يصبح التّصبّع شديداً وتظهر على السنّ شرائطٌ لونيّةٌ واضحةٌ وخاصّةً في المنطقة العنقيّة (Torabinjad, et al, 2014)، وتعتمد شدّة التّصبّع على المدّة، العمر، نوع التتراسكلين المستخدم حيث يبدي أوكسي تتراسكلين والتتراسكلين تلوّناً أصفر اللّون بينما يسبّب الكلورتتراسكلين تصبّغاتٍ بنيّة رماديّة اللّون. (Amjad, et al, 1998) (Neville et al, 2016) الشّكل (8)



الشكل (8) : (A-8) تصبغاتٍ تتراكمينية من الدرجة الأولى.

(B-8) تصبغات نتراسكلينية<sup>٣٨</sup> من الدرجة الثالثة.

(Neville et al, 2016)

**5-1-2-2 عوز الفيتامينات (Vitamins Deficiency):** يسبب عوز فيتامين D نقصاً في تصنع الأسنان حيث يتظاهر بشكل بقعة بيضاء على سطح السن، بينما يسبب عوز فيتامين C مع عوز فيتامين A خلال فترة تشكل الأسنان المظهر المحفر للأسنان. (Garg, & Garg, 2015)

**6-1-2-2 أمراض الطفولة خلال تشكل الأسنان (Childhood Illness):** الحمى الطفحية، سوء التغذية، الاضطرابات الاستقلابية تؤثر أيضاً على تلون الأسنان. (Garg, & Garg, 2014)

### **2-2-2-2 التصبغات التي تحدث بعد بزوغ الأسنان (Posteruptive Discoloration):**

**1-2-2-2 التصبغ الناتج عن التقدم في العمر (Aging):** يحدث التغير اللوني عند المرضى المتقدمين في العمر نتيجة للتوسع الزائد للعاج، رقة المينا وتراجع الحجرة اللببية (Kirpa 2011)، حيث يزداد العاج المغطى قشوراً مع مرور الزمن نتيجة تشكل العاج الثانوي الذي هو أكثر قتامة من العاج الأصلي فتظهر الأسنان بلون أغمق (Hilton, et al, 2013) الشكل (9)



الشكل (9) تصبغات ناتجة عن التقدم بالعمر.

(Garg, & Garg, 2015)

**2-2-2-2-2 التصبغات الناتجة عن النخور (Dental Caries):** حيث يتراوح التلون بين الأبيض إلى الرمادي كما يمكن أن تسبب النخور تصبغات بنية سوداء أكثر قتامة نتيجة التفكك التدريجي لفضلات الطعام في الحفرة الفموية. (Goldstein, 2014)

**3-2-2-2-2 التصبغات الناتجة عن المعالجات الترميمية (Dental Procedures):** يمكن للتسرب المجهرى حول ترميمات المركب أن يسبب تصبغ الأسنان، وقد تسمح الحواف المفتوحة للجزيئات الكيميائية بالعبور بين الترميم والسن مسببة تلون العاج تحتها. (Ingle, et al, 2008) بالنسبة للأملغم، فإن تسرب منتجات تآكله

تسبب تصبغ الأسنان بلونٍ داكنٍ، كما يمكن لدبابيس التثبيت أو للدبابيس المجدولة المصنوعة من الستانلس ستيل أن تسبب تصبغاتٍ مشابهةً. (Freedman, et al, 2012) قد تكون التصبغات الناتجة عن الأملغم معدّدةً على التبييض. (Eakle & Hatrick, 2016). الشكل (10)



الشكل (10) : (A-10) تصبغات في الأسنان نتيجة للتسرب المجهرى حول ترميمات الزانتج المركب.

(B-10) تصبغ في التنية بلون رمادي أو أسود نتيجة ترميمها بالأملمغم.

(Neville et al, 2016)

4-2-2-2-2 التصبغات الناتجة عن المعالجات اللبية (Endodontic Treatment): يمكن للأوجينول أن يسبب تصبغات صفراء برتقالية اللون، كما تسبب بعض المواد اللبية مثل أقماع الفضة مظهراً رمادي اللون. (Greenwall, et al, 2001)

5-2-2-2-2 التصبغات الناتجة عن الرض (Tooth Discoloration After Trauma): ينتج عنه نزف داخلي، حيث يسبب التورع التالي لاندخال البيليوروبين ضمن القنّيات العاجية تلوناً بدنياً وردّي اللون يتطور مع مرور الوقت إلى تلونٍ أغمق حيث يصبح بنيّاً محمراً. إذا كان اللبّ مقاوماً للتموت فإنّ تاج السنّ يعود للونه الأصلي بعد عدّة أسابيع من الإصابة، لكن في حال حدث تموت لبّي لن يعود لون السنّ الطبيعي بل سيزداد التصبغ قتامةً، ويمكن في بعض الأحيان أن يلاحظ بقعة وردية اللون على سطح الميناء تشير إلى امتصاص داخلي. (Freedman, et al, 2012) الشكل (11)



الشكل (11) : تصبغ في الثنية بلونٍ ورديٍّ نتيجة تعرّضها للرض.

(Olivi & Olivi, 2015)

لا يجوز الشروع بالتبييض حتّى التأكّد من أن السنّ قد تعافى تماماً من الرضّ، أحياناً يمكن للون السنّ الطبيعيّ أن يعود بدون تدخّل، في حال بقاء التصبّغات يجب فحص حيويّة اللبّ وتصويره شعاعياً. وفي حال كان السنّ حياً بدون أيّ دليلٍ على وجود امتصاصٍ داخليّ أو خارجيّ فيمكن الشروع بإجراء تبييض الأسنان الحية أمّا في حال كان السنّ غير حياً أو في حال وجود امتصاصٍ داخليّ فيجب القيام بالمعالجة اللبّية ومن ثمّ القيام بإجراء تبييض الأسنان غير الحية . (Freedman, et al, 2012)

## 2-3 التصبّغات الذاتية :Internalised Discoloration

تحدث بسبب اندخال التصبّغات الخارجيّة ضمن المادّة السنّية بشكلٍ تالٍ لبعض الأمراض السنّية. وتحدث في العيوب المينائيّة وفي السطح المساميّ للعاج المكشوف مثل العيوب التطوريّة كالتبقّع الفلوري، نقص التّنسج، نقص تكلّس الميناء، وهذه الأنماط من العيوب يمكن أن تُرى أيضاً في انسحال الأسنان، الانحسار اللثوي والنّخور . (Sikri, 2015)

### Bleaching Compounds & Materials: 3) مركّبات مواد التبييض:

#### **1-3 بيروكساييد الكاراميد: (CH<sub>6</sub>N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)**

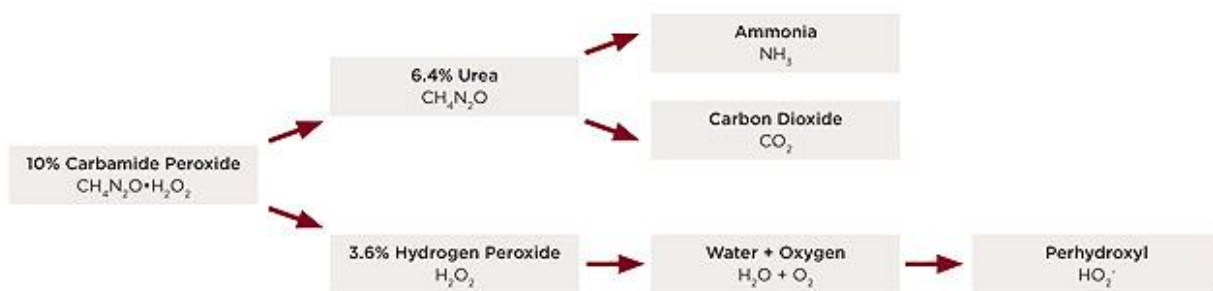
يتفكّك عند تماسه مع اللّعاب إلى معقّد من البولة وبيروكساييد الهيدروجين، وهو أضعف من بيروكساييد الهيدروجين إلّا أنّه أكثر استقراراً منه. (Phinney, & Halstead, 2013) الشّكل (12).

تلعب البولة دوراً هاماً في زيادة استقرار بيروكساييد الهيدروجين ورفع PH مادّة التبييض، كما تقوم بتعزيز خواصها في شفاء الجروح. (Freedman, et al, 2012)

ويمكن تأخير هذه العملية بإضافة الكاربابول إلى منتجات التبييض وهذا بدوره يؤدّي إلى زيادة في اللزوجة.

(Schmalz, & Bindslev, 2009).

تحتوي مركّبات التبييض على بيروكساييد الكاراميد بتركيز تتراوح من 10% إلى 22% والتي تكافئ بدورها تراكيز بيروكساييد الهيدروجين 3% و 7.3% على التّوالي، بينما ينتج تركيز بيروكساييد الكاراميد 35% ما يكافئ 12% من بيروكساييد الهيدروجين. (Acton, 2013)



الشّكل (12) : آليّة تفكّك بيروكساييد الكاراميد وبيروكساييد الهيدروجين. (Costa, 2012)

#### **2-3 بيروكساييد الهيدروجين: (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)**

وهو عامل مؤكسد قويّ، يتواجد بشكل هلام أو سائل وتتراوح تراكيزه بين 5% و 35%.

(Phinney, & Halstead, 2013)

أكثر أشكاله شيوعاً SUPEROXYL PERHYDROL. يجب التعامل بحذرٍ مع التراكيز العالية من هذه المنتجات لأنها مركّبات غير مستقرّة وتحرّر الأوكسجين بسرعة (Torabinjad, et al, 2014)، حيث يتفكّك بيروكساييد الهيدروجين إلى الماء والأوكسجين الوليد الذي يلعب الدور الأساسي في تبييض الأسنان.

(Pillay, 2013). الشّكل (12)

### 3-3 بربورات الصّوديوم: ( $\text{NaBo}_3$ )

وهو عاملٌ مؤكسدٌ يتوفّر بشكل بودرةٍ ويحتوي على البربورات بنسبة 95%. يكون بربورات الصوديوم مستقرّاً عندما يكون جافاً ولكنّه يتفكّك بوجود الماء، الهواء الدافئ أو الحمض إلى ميثابورات الصّوديوم، بيروكساييد الهيدروجين، والأوكسجين الوليد. من السّهل التّحكّم بربورات الصّوديوم لذلك فهو أكثر أماناً من بيروكساييد الهيدروجين ويعتبر المادّة المفضّلة في إجراءات التّبييض ضمن التّاجيّة (التّبييض الدّاخلي).

(Zimmerli, et al, 2010) الشّكل (13)



الشّكل (13) : بربورات الصّوديوم.

(Ingle, et al, 2008)

## Bleaching Mechanism:

## 4)آلية التبييض:

إنّ عملية التبييض هي عملية كيميائية تتضمن أكسدة المواد العضوية (Chandra, et al, 2007). تعتمد على تحطيم (تفكيك) الجزيئات المتلونة إلى جزيئات أقل تعقيداً ذات لونٍ أفتح (Berman, & Hargreaves, 2016) وبالتالي يحدث تأثير التبييض نتيجة التناقص التدريجي للوزن الجزيئي العالي للجزيئات العضوية المعقدة والتي تعكس طول موجة محدّدة للضوء المسؤول عن لون النّصبغ، حيث تمتلك المركّبات الناتجة وزناً جزيئياً أخفض وانعكاساً أقل للون. (Kelleher 2008) (Banerjee, & Millar, 2015)

ينفذ بيروكساييد الهيدروجين خلال عملية التبييض عبر المادة بين الموشورية في الميناء ويصل إلى العاج عندها يحزّر جذور الأوكسجين الحرة. (Eakle & Hatrick, 2016).

وهذا ما يعرف بظاهرة الانتشار أي الانتقال من المناطق ذات التركيز العالي إلى المناطق ذات التركيز المنخفض حتّى يحدث التوازن أو يتوقّف مصدر هذه الجذور، وهو ما يحدث خلال 15 دقيقة من تطبيق منتجات التبييض (Bonsor, & Pearson, 2013)، ولأنّ الجذور الحرة تمتلك إلكترونات غير مرتبطة فمن السهل أن تتفاعل مع الجزيئات العضوية، وبهذه العملية فإنّها ستحرّر مزيداً من الجذور الحرة التي تتفاعل بروابط غير مستقرّة ممّا يؤدي لتخرّب ترتيب الإلكترونات هذه الجزيئات، كما تقوم بتفكيك المركّبات الكربونية الحلقية شديدة النّصبغ ضمن السنّ وتحويلها إلى جزيئات ذات سلاسل بسيطة (Kelleher, 2008)، ويجب الانتباه إلى إنّ عملية التبييض في المنطقة العنقية من السنّ أسرع بسبب كون العاج أكثر مساميةً في هذه المنطقة. الشكل (14)

(Bonsor, & Pearson, 2013).

إنّ التغيّر في شكل أو حجم الجزيئات المتلونة قد يؤدي إلى تغيّر خصائصها البصرية وبالتالي إدراك اللون بشكلٍ أفتح في أعين البشر، وهذا ما يفسّر ارتداد اللون بعد فترةٍ قصيرةٍ من التبييض بسبب تشكّل الروابط الثنائية.

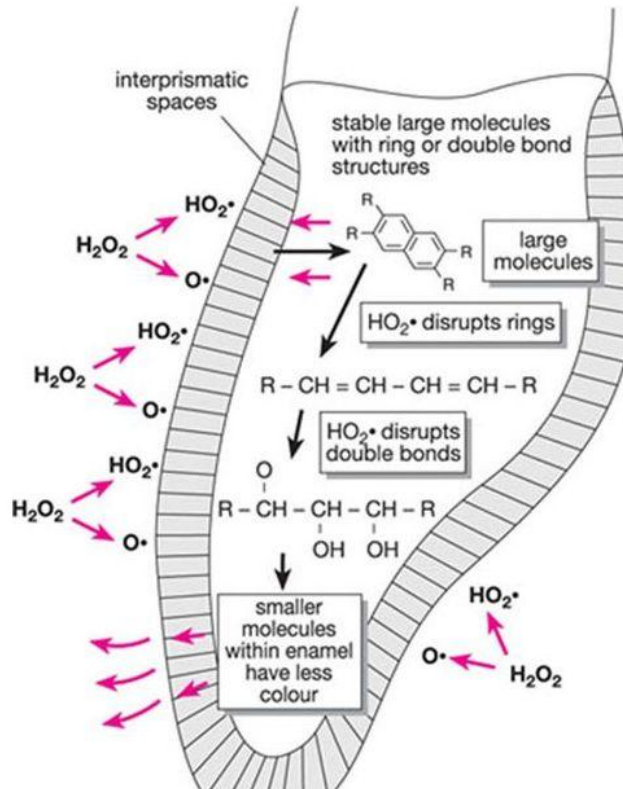
(Ingle, et al, 2008).

يمكن تسريع هذه العملية باستخدام حرارةٍ منخفضة الشدّة أو ضوءٍ عالي الشدّة مثل جهاز التّصليب الضوئي التقليدي أو الليزر أو ضوء قوس البلازما عالي الشدّة. (Alqahtani, 2014)

اقترح بعض المصنّعين التّخريش الحمضيّ قبل التّبييض لأنّه سيزيد من نفوذّيّة مادّة التّبييض إلّا أنّ الدّراسات أثبتت أنّ التّخريش الحمضيّ لا يحسّن من فاعليّة التّبييض، وعلى العكس فإنّه سيسبّب الحساسيّة السنّيّة كما ستحتاج أسنان المريض للتّلميع بسبب خشونة السّطح النّاتجة عن التّخريش الحمضيّ.

(Eakle & Hatrick, 2016 )

وجد Eimar أنّ بيروكساييد الهيدروجين لا يحدث تغيّرات ملحوظة في مكوّنات المينا العضويّة وغير العضويّة وهو يقوم بتبييض الأسنان من خلال أكسدة القالب العضويّ فقط. (Eimar et al, 2012)



الشّكل (14) : آليّة حدوث التّبييض.

(Kelleher, 2008)

## Bleaching Methods:

## (5) طرق التبييض:

تقسم طرق التبييض إلى تبييض الأسنان الحية وتبييض الأسنان غير الحية.

### **5-1 تبييض الأسنان الحية (Vital Teeth Bleaching):** والذي يقسم بدوره إلى:

#### **5-1-1 التبييض المنزلي (Home Bleaching):**

بدأ مفهوم التبييض المنزلي عندما وجد Klusmier اختصاصي التقويم بشكلٍ عرضيٍّ أنَّ Gly-Oxide يساعد على تفتيح لون الأسنان. (Greenwall, et al, 2001) إلا أنَّ تقنية تبييض الأسنان الحية الموصوفة من قبل طبيب الأسنان والمطبقة في المنزل (التبييض الحي بالواقى الليلي أو التبييض المنزلي) لم تبدأ حتى عام 1968 ولم تصبح شائعة حتى ثمانينات القرن الماضي (Heymann, et al, 2013)، حيث تم تطوير تقنية التبييض المنزلي من قبل Haywood و Heymann من خلال تطبيق بيروكساييد الكارباميد 10% ضمن طابع مصمم خصيصاً يضعه المريض أثناء النوم. (Kelleher, 2008)

تختلف ثخانة صفائح التبييض حسب المريض. فتبلغ 0.05 انش عند المرضى الذين يعانون من الصرير، في حين تبلغ 0.02 انش عند المرضى الذين يمتلكون منعكس غثيانٍ شديدٍ. مع العلم بأنَّ الثخانة القياسية لصفائح التبييض تبلغ 0.03 انش. (Garg, & Garg, 2015) الشكل (15).



الشكل (15): صفائح التبييض المنزلية.  
(Garg, & Garg, 2015)

تحتوي معظم منتجات التبييض على بيروكساييد الكارباميد بتركيز 10-28% أي ما يكافئ 3-8% من بيروكساييد الهيدروجين ولأنَّ فعالية التبييض تعتمد على الفترة الزمنية والجرعة، فكلما زاد تركيز مادة التبييض نقص الوقت المطلوب لتطبيقها. (Geissberger, 2010)

مع الانتباه لعدم وضع صفائح التبييض لأكثر من 12 ساعة في اليوم، حيث يتم تغيير محلول التبييض كل ساعتين تقريباً للحصول على نتائج سريعة. (Chandra, et al, 2007)

يُطلب من المريض تنظيف أسنانه قبل تطبيق صفائح التبييض، كما يجب عليه الامتناع عن تناول الطعام والشراب لمدة 30 دقيقة بعد التبييض. بالإضافة إلى ضرورة تذكير المريض بأهمية تنظيف صفائح التبييض بعد نزعها ووضعها في مكان آمن. (Darby, & Walsh, 2010)

يعتمد نجاح التبييض المنزلي على تعاون المريض، وتتضمن المخاطر المحتملة له تدمير المريض وإمكانية الاستخدام المفرط لمواد التبييض. (Berman, & Hargreaves, 2016)

### 5-1-2 التبييض الفعّال (القوي) ضمن العيادة (In-Office Bleaching):

دُكرَ تبييض الأسنان الحية في العيادة لأول مرة عام 1868 (Heymann, et al, 2013)، بينما كان أول استخدام لبيروكساييد الهيدروجين في تبييض الأسنان ل Harlan عام 1884 (Kelleher, 2008)

لا تتطلب تقنية التبييض في العيادة استخدام التخدير الموضعي حيث يتم تنظيف الأسنان لإزالة التصبغات السطحية ومن ثم يتم عزل الأسنان بالحاجز المطاطي أو بحاجز عازل قابل للبلورة ومن ثم يتم تطبيق عامل التبييض (Goldstein, 2014) الشكل (16).



الشكل (16): تقنية التبييض في العيادة.  
(Olivi & Olivi, 2015)

تحتوي مواد التبييض في العيادة على مركبات ذات تراكيز عالية تحرر الأوكسجين بكميات كبيرة، لذلك تؤمن فعالية وسرعة في التبييض ولكن يجب أن تتم دوماً تحت إشراف الطبيب. (Freedman, 2012).

وعند تقييم التّغَيّر اللّوني النّاتج عن التّبييض في العيادة ،علينا الانتباه إلى أنّ الحاجز المطّاطي سيُسبّب جفاف الأسنان وبالتالي ستبدو أفتح لوناً، بالإضافة إلى أنّ الحرارة النّاتجة عن مصدر الضّوء تسبّب تجفيف السنّ أيضاً لذلك سيبدو السنّ أغمق عند إعادة ترطيبه (Hilton, et al, 2013)، ويتطلّب التّبييض في العيادة 2 إلى 6 جلسات، حيث يستغرق كلّ منها 45 دقيقة إلى ساعة. (Sherwood, 2010)

تطوّر تبييض الأسنان الحيّة داخل العيادة ومع بدايات القرن العشرين ليشمل استعمال الحرارة والضّوء لتنشيط عمليّة التّبييض. (Heymann, et al, 2013)

كانت أوّل محاولة لتبييض الأسنان في العيادة ل Abbot عام 1918 حيث اكتشف أنّ الضّوء عالي الشدّة سيؤدّي إلى ارتفاع متسارع في درجة الحرارة وبالتالي سيعزّز من فاعليّة التّبييض. (Freedman, 2012).

كما استخدم Feinman عام 1987 فوق أوكسيد الهيدروجين 30% مع الحرارة لتبييض الأسنان في العيادة.

وكان Reyto أوّل من استخدم الليزر في تبييض الأسنان عام 1996 (Garg, & Garg, 2014)

نصحت الشركات باستخدام الليزر السنّي والمصادر الضوئيّة الأخرى بالتّبييض، وادّعت بأنّها تؤمّن مصدر طاقة قويّ لتعزيز تفعيل بيروكساييد الهيدروجين من خلال تشجيعه على تحرير متسارع لعامل التّبييض، حيث تقوم أجهزة الليزر بتفعيل عامل التّبييض بالطريقة ذاتها التي تقوم بها أجهزة التّصليب الضوئي التقليديّة إلا أنّ فائدتها الوحيدة هي سرعتها في تأمين الحرارة. (Hilton, et al, 2013)

لم يساعد استخدام الضّوء والحرارة في تفتيح لون الأسنان لذلك فهما ليسا ضروريّين لهذه التقنيّة، بينما وُجد أنّ فترة التّماس وتركيز بيروكساييد الهيدروجين لعبت دوراً مؤثراً في النّتائج الملاحظة. (Kirpa, 2011)

لذلك، من الهام الانتباه إلى أنّ بيروكساييد الهيدروجين هو من يقوم بعملية التّبييض وليس الليزر.

(Hilton, et al, 2013)

## 5-2 تبييض الأسنان غير الحيّة (Non Vital Teeth Bleaching):

تمّ ذكر تبييض الأسنان غير الحيّة لأوّل مرّة عام 1848. (Heymann, et al, 2013)

كانت التّقلّة التّوعيّة في تبييض الأسنان غير الحيّة عندما قام Spasser عام 1961 بتطبيق مزيج من بربورات الصّوديوم مع الماء ضمن الحجرة اللّبيّة وتركها لمُدّة أسبوع وهذا ما عُرف فيما بعد باسم تقنيّة التّبييض السّيّار (walking bleach technique). (Garg, & Garg, 2014)

قام Stewart عام 1965 بتطبيق عاملٍ مؤكسدٍ كيميائيٍّ ضمن حجرة اللّب، ثمّ قام باستخدام أداة حراريّة إمّا مباشرةً ضمن حجرة اللّب أو على السّطح الدّهليزيّ للسّن، وهذا ما عُرف فيما بعد باسم تقنيّة التّبييض باستخدام التّحفيز الحراريّ. (Greenwall et al, 2001)

قام كلّ من Nutting و Poe عام 1967 بتعديل هذه الطّريقة من خلال تطبيق مزيج من بيروكسايد الهيدروجين 30% و بربورات الصّوديوم ضمن الحجرة اللّبيّة لمُدّة أسبوع، وهذا ما عُرف فيما بعد باسم تقنيّة التّبييض السّيّار المشتركة. (Freedman, 2012).

كما تمّ تطبيق بيروكسايد الكارباميد 10% مباشرةً ضمن حجرة اللّب المفتوحة ثمّ تطبيق صفيحة التّبييض في الفم وبذلك يتمّ تبييض السّن داخليّاً وخارجيّاً وسمّيت هذه الطّريقة بتقنيّة التّبييض الدّاخليّ/الخارجيّ.

(Sherwood, 2010)

تعتمد تقنيّة تبييض الأسنان غير الحيّة (التّبييض السّيّار) على إزالة التّرميمات النّاجيّة ضمن الحجرة اللّبيّة ومن ثمّ تفريغ (2-3) مم من الكوتابيركا ذروياً تحت الحافّة اللّثويّة الدّهليزيّة أو تحت الملتقى المينائيّ الملاطيّ.

(Sikri, 2015) ثمّ يتمّ تطبيق مادة ترميميّة مثل الاسمنت الشارديّ الرّجائيّ أو البولي كاربوكسيالات بثخانة قدرها 2 مم على الأقلّ لختم الحشوة اللّبيّة ولختم القنيّات العاجيّة في المنطقة العنقيّة ومنع تسرّب عوامل التّبييض، ومن ثمّ يتمّ تطبيق مادة التّبييض عبر مزج بربورات الصّوديوم مع الماء أو المخدّر أو مع محلولٍ ملحيٍّ ثمّ يختم السّن بتطبيق ترميمٍ مؤقتٍ ويفضلّ IRM ويتمّ تقييم الحالة بعد أسبوعين حيث يمكن تكرير العمليّة عدّة مراتٍ. (Torabinjad, et al, 2014) الشّكل (17)



الشكل (17): (A - 17): تصبغ داخلي لثنية علوية. (B - 17): تطبيق مادة برورات الصوديوم.

(C - 17): ختم الحشوة اللبنة بمادة ترميمية. (D - 17): النتيجة بعد التبييض الداخلي.

(Berman, & Hargreaves, 2016)

## **6- التأثيرات الجانبية للتبييض:** **Bleaching Side Effects:**

إنَّ حلم البعض بالحصول على ابتسامة مثالية ناصعة البياض أدَّى إلى اتِّخاذ بعض الإجراءات الدَّراماتيكيَّة (المتطرِّفة)، فمع ازدياد استخدام منتجات التَّبييض المنزليِّ أصبح من السَّهل غالباً نسيان الأمور التي تتعلَّق بالأمان والسَّلامة، وبالرَّغم من ازدياد الاهتمام بالمسائل التي تتعلَّق بالسَّلامة نتيجة الأبحاث والقوانين إلَّا أنَّه مازالت هنالك أمورٌ جدليَّة تتعلَّق بسلامة استخدام منتجات التَّبييض. (Smith, 2015)

## **6-1 التأثيرات على الترميمات السنيَّة:** **Effects On Dental Restorations:**

### **6-1-1 التأثير على ترميمات الأملغم (Effects On Amalgam Restoration):**

#### **6-1-1-1 التأثير على تحرر الزئبق من ترميمات الأملغم:**

هنالك جدلٌ في الأدب الطَّبِّي حول تحرر الزئبق المرتبط بالتَّبييض ولكنَّ كمِّيَّة الزئبق المتحرِّرة تتفاوت بشكلٍ كبيرٍ (Li, & Greenwall 2013)، حيث أشارت نتائج إحدى الدَّراسات إلى أنَّ المعالجة بالتَّبييض لا تؤثر على كمِّيَّة الزئبق المتحرَّر من التَّرميمات الأملغميَّة وعلى نشاط الأنزيمات المضادَّة للأكسدة في سوائل الجسم.

(Cakir, et al, 2015)

في حين أظهرت بعض الدَّراسات المخبريَّة تحرر كمِّيَّاتٍ قليلةٍ جدًّا من الزئبق من ترميمات الأملغم السنيَّة، ولكن مستويات التَّحرر كانت ضمن حدود التَّعرُّض للزئبق المحدَّدة من قبل منظمة الصَّحة العالميَّة (WHO) ولا تشكِّل خطراً على المرضى. (Banerjee, & Millar, 2015)

أظهرت بعض الدَّراسات تحرر كمِّيَّاتٍ من الزئبق من ترميمات الأملغم المعرَّضة لبيروكساييد الكارياميد لفتراتٍ تراوحت من 8 ساعات حتى 14-28 يوم، حيث اعتمدت كمِّيَّة الزئبق المتحرِّرة على نوع الأملغم ونوع عامل التَّبييض المستخدم وتبيَّن أنَّ الزئبق المتحرَّر من الأملغم في مقارنةٍ مخبريَّةٍ مع عيِّناتٍ ملحيَّةٍ كان أكثر ب 4 ل 30 مرَّة. (Perchyonok & Grobler 2015)

كما أظهرت إحدى الدَّراسات المخبريَّة أنَّ كمِّيَّة الزئبق المتحرَّر اعتمدت على كلٍّ من نوع الأملغم ونوع بيروكساييد الكارياميد المفحوص، كما أدَّت زيادة تراكيز بيروكساييد الكارياميد أيضاً إلى ارتفاعٍ في تحرر الزئبق من الأملغم.

وبذلك ترواح تحرر الزئبق من 0 ل 30 مرة أكثر مقارنةً بالعينات الشاهدة التي خُزنت في المحاليل الملحية ومحلول الفوسفات الواقي phosphate buffer (Attin, et al, 2004)

بينما وجدت دراسة أخرى بأن الزئبق المتحرر من ترميمات الأملغم السنّية المتعرّضة للمعالجة بالتبييض لا يتأثر بمدة المعالجة كما لا يتأثر بنوع وتركيب عامل التبييض، وأنّ العلاقة بين تبييض الأسنان الحية وسميّة النّسج الناتجة عن الأملغم ما زالت بحاجةٍ إلى مزيدٍ من التّحريات المخبريّة، حيث لم يكن هناك فروق ملحوظة في مستويات الزئبق في الدّم، البول واللّعاب. كما لم يكن هناك فروق في مستويات أنزيمات الأكسدة (SOD and CAT) قبل وبعد التّبييض، ولم يؤثر تحرر الزئبق على نشاط الأنزيمات. (Cakier et al, 2015)

وتبيّن أيضاً أنّ الزئبق المتحرر من الأملغم يتمّ تعديله بوجود اللويحة الحيويّة على الأملغم والحاوية على اللّعاب، البكتريا، عديدات السّكاريد، كما لوحظ نقص في تحرر الزئبق من الأملغم عند وجود غطاء من اللويحة الحيويّة. (Oskoe, et al, 2010) (Attin, et al, 2004)

سجّلت العديد من الدّراسات المخبريّة تحرراً زائداً لمكوّنات الأملغم مثل الزئبق والفضّة من العينات المعرّضة لبيروكسايد الكارباميد 10% أو بيروكسايد الهيدروجين 10%، حيث تمّ اعتبار تأثير الأكسدة لعوامل التّبييض مسؤولاً عن تحرر محتويات الأملغم كما أُعتبر مسؤولاً أيضاً عن اخضرار السّطح البيني بين السنّ والأملغم الملاحظ سريريّاً من قبل Haywood خلال التّبييض باستخدام بيروكسايد الكارباميد 10%

(Attin, et al, 2004)، وهذا ما أكّده Aghajani & Khorshidian حيث وجدوا أنّ التّبييض باستخدام بيروكسايد الكارباميد 10% سبّب زيادةً في تحرر شوارد الزئبق ولكنها كانت في حدود الأمان.

(Aghajani & Khorshidian 2010).

وتوافقت هذه النّتائج مع دراسة Kasraei وزملائه حيث تبين أنّ التّبييض باستخدام بيروكسايد الكارباميد 16% سبّب زيادةً في تحرر شوارد الزئبق والفضّة ولكن كانت تلك الزيادة في حدود الأمان بالنسبة للتعرّض للزئبق

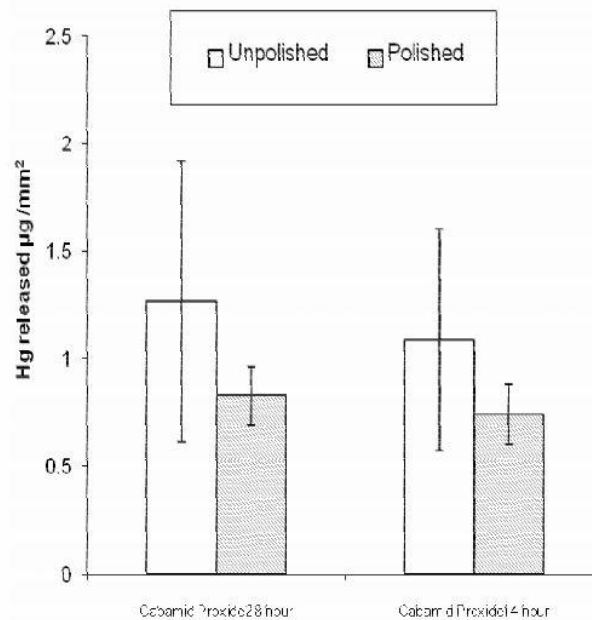
(Kasraei, et al, 2010)، بالإضافة إلى ذلك، تبين أيضاً أنّ التّبييض باستخدام بيروكسايد الهيدروجين قد سبّب زيادةً في تحرر الزئبق. (Al-Salehi, 2009)

ومن أجل إنقاص تعرّض المريض لمركّبات الأملغم، فإنّه يجب تلميع مركّبات الأملغم قبل البدء بعملية التبييض لإنقاص التآكل المحتمل لترميمات الأملغم، حيث لوحظ تحرّر كمّيّة أقلّ من الزئبق في ترميمات الأملغم الملمّعة مقارنةً بالتّرميمات غير الملمّعة وذلك بعد تبييضها بيروكساييد الكارباميد (Azarsina, et al, 2011). الشكل (18)

كما يُنصح بالطلّي المسبق لسطوح الأملغم بطبقة فرنيش واقية مثل copalite (10% راتنج كوبال بالإضافة إلى ايتير، الكحول والأسيتون) لإنقاص تحرّر الزئبق من البيئة المحيطة خلال التبييض باستخدام بيروكساييد الكارباميد 10% (Majeed, et al, 2015)، حيث يمكن تغطية ترميمات الأملغم الخلفيّة بطبقة واقية من الفرنيش السّنيّ قبل تطبيق هلام التبييض المنزليّ. فعلى الرّغم من أنّ هلام التبييض يطبّق بشكلٍ أساسيٍّ على الأسنان الأماميّة، لكن يمكن للهلام الزّائد من غير قصدٍ أن يمسّ الأسنان الخلفيّة. (Ingle, et al, 2008)

كما يمكن للأملغم الموجود أن يتغيّر لونه من الأسود إلى الفضيّ، ويعتمد هذا التأثير على نوع الأملغم السّنيّ المستخدم، ولكن ليس كلّ مركّبات الأملغم وعوامل التبييض سينتج عنها ارتفاع مستويات الزئبق

(Greenwall, et al, 2001)، لذلك فإنّه من الحكمة استبدال ترميمات الأملغم في الأسنان الأماميّة بترميماتٍ مؤقتةٍ من لون السنّ قبل التبييض، وهذا سيجنبنا الخطورة المحدودة لإنتاج تلوّنٍ أخضرٍ ناتج عن تآكل النّحاس في ترميمات الأملغم. (Banerjee, & Millar, 2015)



الشكل (18): تحرّر الزئبق من ترميمات الأملغم الملمّعة وغير الملمّعة بعد التبييض بيروكساييد الكارباميد 16%.

(Azarsina, et al, 2011)

#### 2-1-1-6 التأثير على بنية ترميمات الأملغم:

لا تمثل التأثيرات الجانبية للتبييض على المواد الترميمية خطراً صحياً مباشراً، ومع ذلك يمكن أن تكون العواقب هامة بالنسبة لديمومة ونوعية الترميم، حيث وجدت العديد من الدراسات أن تبييض الأسنان يمكن أن يؤثر عكسياً على الخواص الفيزيائية والكيميائية للمواد الترميمية ويتضمن التأثيرات على خشونة السطح، تطور الصدوع، تدهور الحواف، تحرير الشوارد المعدنية وانخفاض قوى الارتباط بين السن والترميم. (Li, & Greenwall 2013)

تبيّن أن المعالجة طويلة الأمد باستخدام عوامل التبييض يمكن أن تسبب تغيرات بنيوية مجهرية في سطوح الأملغم وهذا يمكن أن يزيد تعرّض المرضى للمشتقات السميّة. (Greenwall, et al, 2001)

لا تغيّر التراكيز المنخفضة لبيروكسايد الهيدروجين 6% تضاريس السطح سواء بالنسبة لخلائط الأملغم الغنيّة بالنحاس أو خلائط الذهب من النمط III (Attin, et al, 2004)، وهذا ما يتوافق مع دراسة Ahn وزملائه حيث تبيّن أن تطبيق بيروكسايد الكارباميد 10% لم يسبب أيّ تغيرات في شكل سطح ترميمات الأملغم لذلك يعدّ التبييض باستخدام بيروكسايد الكارباميد 10% آمناً عند الاستخدام لفترة قصيرة وتحت اشراف الطبيب.

(Ahn, et al, 2006)

وهذا ما أكّدته نتائج Zavanelli وزملائه حيث تبيّن أن تطبيق بيروكسايد الكارباميد بتركيز 10% لم يسبب زيادة في خشونة السطح إلّا أن استخدام بيروكسايد الكارباميد بتركيز 15% أدّى إلى زيادة في خشونة سطح الأملغم (Zavanelli, et al, 2011)

ومع ذلك أظهر تقييم تآكل الكثافة لعددٍ من الخلائط السنيّة بعد تطبيق محلول بيروكسايد الكارباميد 10% على عينات الأملغم غير الملمّعة وعينات النيكل-كروم أنه يمكن أن يسبب تآكلاً لهذه المواد، ولكن ليس للخلائط النّبيلة. ولاحظ Attin وزملاؤه أن عامل التبييض يسبب احتمال تآكل أقلّ بالنسبة لعينات الأملغم الملمّعة مقارنةً بالعينات غير الملمّعة. (Attin, et al, 2004)

لذلك لا يُنصح بتطبيق التبييض على المرضى الذين يمتلكون ترميمات أملغمية كثيرة في أسنانهم أو على الأسنان ذات الترميمات الأملغمية الواسعة. (Ingle, et al, 2008)

## 6-1-2 التأثير على الراتنجات المركبة (Effects On Composite Resines):

### 6-1-2-1 التأثير على لون الراتنجات المركبة (Effects On The Color Of Composite Resines):

يؤثر التبييض بشكلٍ بسيطٍ أو قد لا يؤثر إطلاقاً على الترميمات السنّية، وقد يكون التأثير الأكثر ملاحظةً هو تفتيح الأسنان بشكلٍ كافٍ حتى تبدو الترميمات السابقة أغمق لوناً، ممّا يطرح التساؤل حول استبدال هذه الترميمات (Hilton, et al, 2013)

لذلك تمّ اقتراح أن يتمّ إخبار المرضى بأنّ الترميمات الراتنجية الموضوعة مسبقاً يمكن أن تحتاج للتبديل بعد التبييض. بشكلٍ عامٍّ إذا كانت الترميمات الراتنجية المركبة موجودةً في مناطقٍ تجميليةٍ حرجةٍ فإنّه من الممكن أن تحتاج للاستبدال لتحسين مطابقة اللون التالي للتبييض الناجح (Banerjee, & Millar, 2015)، حيث تتوفر درجاتٍ لونيةٍ من الراتنج المركّب شديدة البياض (Bleach) قد تكون ضروريةً إذا كانت الأسنان شديدة البياض. (Kelleher, 2008)

كما يجب استبدال الترميمات المعيبة قبل البدء بالتبييض، ويجب ألا تخضع الأسنان ذات الترميمات الناجية الكبيرة للتبييض. (Ingle, et al, 2008)

من أجل تقييم معممٍ وقابلٍ لإعادة التطبيق، تمّ استخدام نظام CIELab حيث تبدو الفروقات اللونية تحت ظروفٍ سريريةٍ في الفمّ قابلةً للملاحظة إذا كانت أعلى من 3.3. نتجت فروقاتٌ لونيةٌ قابلةٌ للملاحظة سريرياً (تراوحت حسب المقياس بين 2 و 11) عندما تمّ تطبيق بيروكساييد الهيدروجين 10% وبيروكساييد الهيدروجين المُسخّن 30% على الراتنجات المركبة. وعلى العكس، فإنّ استخدام بيروكساييد الكارباميد 10% أدّى لتغيّراتٍ لونيةٍ في الراتنجات المركبة أقلّ من 2 وهي مقاربةٌ للعينات غير الخاضعة للتبييض والمخزنة في الماء فقط. ولكن حتّى عوامل التبييض من بيروكساييد الكارباميد 10% كانت قادرةً على إزالة التصبّغات الخارجية من المواد الراتنجية المركبة. (Attin, et al 2004)

وفي دراسةٍ أخرى، تبين أنّ الراتنج النانومتري أصبح أفتح لوناً بعد تعرّضه للتبييض باستخدام بيروكساييد الهيدروجين 35% مقارنةً باستخدام بيروكساييد الكارباميد وبقية التراكيز الأخرى، ويُعزى ذلك إلى نسبة الهيدروجين الأكبر وإلى كون ال PH أكثر حامضيةً. (De Andrade et al, 2014)

وتوافقت هذه النتائج مع دراسة Hubbezoglu الذي لاحظ تغيّراتٍ لونيةٍ في الراتنجات دقيقة الذرات عند تعريضها للتبييض باستخدام بيروكساييد الهيدروجين 35%. (Hubbezoglu et al, 2008) (Majeed et al, 2015)

بينما لوحظت تغيّرات لونية في الراتنج المركبة النانومترية الهجينة وكذلك في الراتنج القابلة للدك بعد تعريضها للتبييض بيروكساييد الكارباميد 15%. (Li et al, 2009) (El-Murr et al, 2011)

(Majeed et al, 2015)

وعلى العكس، ففي دراسة مخبرية حول تأثير التبييض المنزلي على التغير اللوني والشفافية لمواد الراتنج المركب. تم معالجة خمس مواد من الراتنج المركب المتوفرة تجارياً لمدة 14 يوم بهلام بيروكساييد الكارباميد 10% أو بيروكساييد الهيدروجين 10% باتباع تعليمات المصنّع. كان هناك تغيّرات لونية ملحوظة (وغير مقبولة) في جميع مواد الراتنج المركب عند معاملتها بأيّ من مواد التبييض المنزلي. لم يكن هناك فروق ملحوظة بين المعالجة بيروكساييد الكارباميد وبيروكساييد الهيدروجين بالنسبة للتغيّرات اللونية. بشكلٍ مثيرٍ للاهتمام، لم يكن هناك فروق في شفافية الراتنج المركب ممّا يشير إلى أنّ التغير اللوني كان محصوراً على الطبقة السطحية من الراتنج المركب. (Kurtulmus-Yilmaz et al, 2013)

كما لم يُلاحظ Greenwall وزملاؤه وجود أية تغيّرات لونية عدا إزالة التصبغات الخارجية حول الترميمات الموجودة، لذلك أُعتبر أنّ هذا التأثير هو تنظيف للطبقة السطحية من الترميم أولاً وتصليب للبنية السنية الأساسية وليس تغييراً لونياً داخلياً للمادة الترميمية بحدّ ذاتها. (Greenwall, et al, 2001)

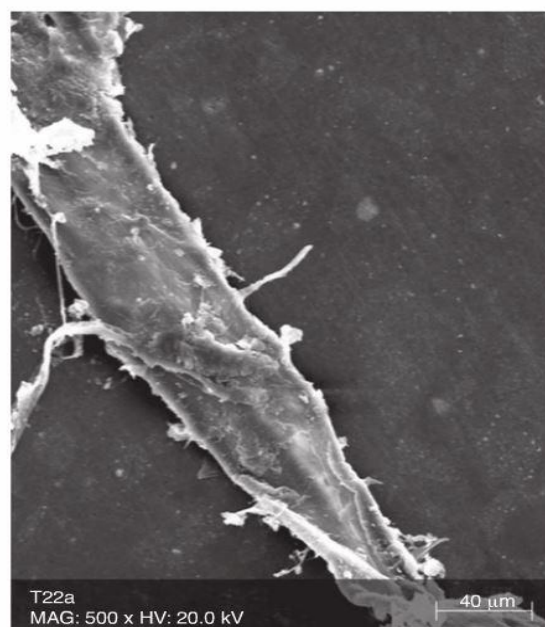
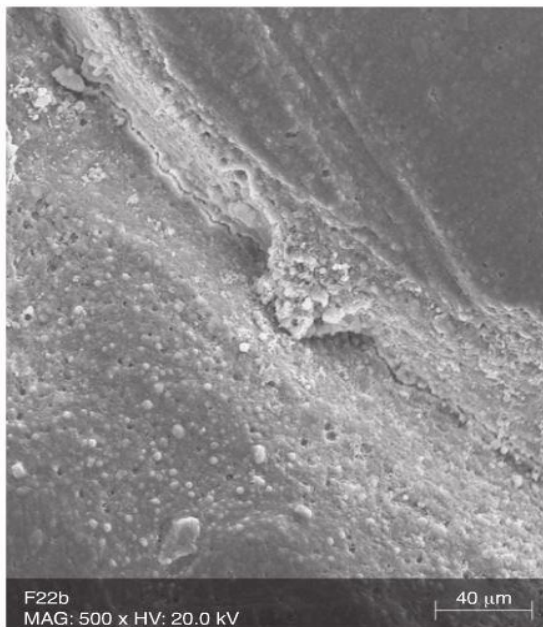
يُعزى تغير اللون في المواد الترميمية إلى أكسدة التصبغات السطحية ومركبات الأمين والتي أُشير إلى دورها المسؤول عن عدم استقرار اللون عبر الزمن، حيث يمكن أن ينتج الاختلاف في تغير اللون بين المواد المختلفة بسبب اختلاف كمية الراتنج ودرجة التآثر للقالب الراتنجي. (Majeed et al, 2015)

## 6-1-2-2 تأثير على بنية الراتنج المركبة (Effects On The Structure Of Composite Resines):

### 6-1-2-2-1 التأثير على خشونة سطح الراتنج المركبة:

إنّ الأبحاث حول تأثير التبييض على الراتنج المركبة متضاربة، حيث أظهرت بعض الدراسات أنّ الراتنج المركبة لا تتأثر ببيروكساييد الكارباميد كما أظهرت بعض الدراسات أنّ خشونة السطح لا تتأثر بالتبييض في حين أظهرت دراسات أخرى أنّ خشونة السطح تتغير (Greenwall, et al, 2001)، حيث يمكن أن يخشن التبييض سطح بعض ترميمات الراتنج المركب بشكل بسيط ويمكن أن تنقص القساوة بشكل بسيط ولكن كلاهما ليس له أهمية سريرية ملاحظة. (Hilton, et al, 2013)

أظهرت بعض دراسات المسح بالمجهر الالكتروني ودراسة خشونة السطح بجهاز profilometric أنّ هلام التبييض ببيروكساييد الكارباميد 10-16% (أي 3.6 - 5.76 % بيروكساييد الهيدروجين) يمكن أن يؤدي إلى زيادة بسيطة في خشونة السطح ولكنها ملاحظة إحصائياً وزيادة في كمية المسامية في الراتنج المركبة الهجينة ودقيقة الذرات. كما تم ملاحظة تصدعات في عينات الراتنج دقيقة الذرات بعد تطبيق بيروكساييد الكارباميد عليها لمدة أربعة أسابيع. ولم يؤثر استخدام تبييض الأسنان المتضمن بيروكساييد الهيدروجين 30 - 35% على تضاريس السطح كما ظهر في تحاليل profilometrical . (Attin, et al, 2004) الشكل (19)



الشكل (19): الشكل (A-19): صورة بالمجهر الالكتروني توضح مسامية الراتنج المركب بعد التبييض.

الشكل (B-19): صورة بالمجهر الالكتروني توضح تصدعات في بنية الراتنج المركب بعد التبييض.

(Pitacas et al, 2015)

وقد وُصفت نتائجُ مماثلةً باستخدام 20 و 35% هلام بيروكسيد الكارباميد لمدة 3 و 1 ساعة يومياً، على التوالي، وذلك خلال فترة 14 يوم. ومع ذلك، أظهر تحليل الانعكاس تغييراتٍ كبيرةً في سطح الراتنجات المركبة دقيقة الذرات والهجينة بعد تطبيق تبييض الأسنان باستخدام تراكيزٍ عاليةٍ من بيروكساييد الهيدروجين 30 – 35%. يرى المؤلفون أنّ التّغييرات في انعكاس السّطح تكشف تغييراتٍ أكثر دقّةً في السّطح وربّما أيضاً تغييراتٍ في الطبقة تحت السّطحيّة مباشرةً. (Alqahtani 2014)

وهذا ما توافق مع دراسة Bahanna 2015 التي وجدت أنّ تأثير التّبييض يعتمد على تركيز بيروكساييد الكارباميد، حيث تمّ الحصول على أعلى خشونةٍ في السّطح باستخدام بيروكساييد الكارباميد 35%، كما تأثّرت عيّنات الراتنج المركّب النّانومتريّ والاسمنت الشّارديّ الرّجاعيّ المعدّل بالرّاتنج بشكلٍ ملحوظٍ بتراكيز 20 و 35%. (Bahanna, 2015)

اقترح بعض الباحثين أنّ عوامل التّبييض تؤثر بشكلٍ أساسيٍّ على القالب العضويّ للرّاتنجات المركّبة، بينما غالباً لا تتأثّر المالمات حتّى في بيئةٍ شديدة الحموضة (Kim et al, 2004)، حيث يمكن أن تؤثر الجذور الحرّة المنتجة من قبل البيروكساييد سلبياً على سطح التماس بين القالب الرّاتنجي والمالمات ممّا يسبّب تحطّم الرّوابط بين هذه المكوّنات ويساهم هذا في زيادة خشونة السّطح وانتشار الصّدوع. (Durner et al, 2014)

إنّ نسبة ملء المواد الرّاتنجيّة المركّبة ترتبط مباشرةً بالطبقة السّطحيّة التي تشغلها الجزيئات المالمّة مقابل تلك التي يشغلها القالب الرّاتنجي. كلّما زاد حجم وكميّة المالمات كلّما زادت عشوائيّة ومساميّة السّطح.

(Wang et al, 2011) (Pruthi et al, 2010)

كما اقترح بعض الباحثون أنّ المالمات الكرويّة يمكن أن تُنقص من القوّة الميكانيكيّة ومن خطر حدوث الكسر. ممّا يجعل الرّاتنج دقيق الذرات أقلّ عرضةً لتغيّرات السّطح حتّى بالرّغم من محتوى القالب الرّاتنجيّ العالي.

(Langsten et al, 2002)

وهذا ما يتوافق مع نتائج Pitacas وزملائه حيث وجد أنّ التّبييض المنزليّ باستخدام بيروكساييد الكارباميد 10% أو 22% أدّى إلى تغييراتٍ في السّطح تمّ ملاحظتها بالمسح بالمجهر الالكترونيّ على سطح كلّ من الرّاتنج النّانومتريّ والرّاتنج النّانومتريّ الهجين، ولُوحظت تغييراتٍ في السّطح أكبر في الرّاتنج النّانومتريّ الهجين بغضّ النّظر عن تركيز بيروكساييد الكارباميد مقارنةً مع تغييرات السّطح في النّانومتريّ، ممّا اقترح أنّ هذا النّوع من

الراتنج المركبة أكثر عرضة لأثر عوامل التبييض باعتبار أن الراتنج النانومتري يمتلك انتظاماً أكثر في متوسط حجم الجزيئات المألئة مقارنة مع الراتنج النانومتري الهجين. (Pitacas et al, 2015)

وفي هذا السياق، تجدر الإشارة أيضاً إلى انخفاض البروتينات اللاعابية الممتصة على سطح المواد الراتنجية المركبة بعد استخدام عوامل التبييض الحاوية على البيروكسايد، مما اقترح أن يكون لها تأثيراً على التصاق الجراثيم المسببة للنخر مثل العقديات الطافرة ولكن ليس على الشعيات اللزجة. (Alqahtani 2014)

وعلى العكس فقد سجلت دراسات أخرى زيادة ملحوظة في خشونة سطح الراتنج المركبة عند تبييضها بتركيز منخفضة من البيروكسايد، ولكن لم تتجاوز قيم القساوة  $0.2 \mu\text{m}$  وهو الحد اللازم لثبات وتراكم اللويحة لذلك لم يكن لها أهمية سريرية تذكر. (Wattanapayungkul et al, 2004) (El-Murr et al, 2011)

لا يوجد دليل فيما إذا كانت التغيرات في المواد الترميمية الخاضعة للتبييض سطحية أو عميقة ولكن، من المنصوح به تلميع الحشوات بعد التبييض بما أن زيادة خشونة السطح مسؤولة عن التصاق كائنات دقيقة مولدة للنخر إلى الطبقة السطحية من المواد الترميمية للسّن المتلون بعد التماس مع عوامل تبييض مختلفة

(Majeed et al, 2015)

#### 2-2-2-1-6 التأثير على القساوة المجهرية للراتنجات المركبة:

في الحقيقة، هنالك جدلٌ حول تأثير التراكيز المنخفضة لهلام بيروكسايد الكارباميد 10-16% على القساوة المجهرية للسطح في المواد الراتنجية المركبة. في بعض الدراسات، وُجد أن ليونة الراتنجات المركبة ارتبطت بتطبيق هلام التبييض المنزلي بينما لم تجد دراسات أخرى تغييراً ملحوظاً في قساوة السطح أو زيادةً في قساوته بسبب تطبيق هلام التبييض المنزلي. (Alqahtani 2014)

كما لوحظ حدوث نعومة ملحوظة في السطح عند تعريض الراتنجات المركبة للتبييض باستخدام بيروكسايد الكارباميد 10% لمدة 14 يوم بدرجة حرارة الجسم (37) بينما لم تتغير القساوة المجهرية عند تعريضها للتبييض بدرجة حرارة الغرفة (25). (Yu et al, 2011)

إن تطبيق بيروكسايد الكارباميد 10% لمدة ثلاثة أسابيع كان قادراً على إحداث تغييرات في خشونة السطح للراتنجات المركبة القابلة لذلك ولكن لم تتغير القساوة المجهرية للسطح (Basting et al, 2005) (Yu et al, 2015)

وفي دراسة أخرى، لم تتغير القساوة المجهرية للسطح للراتنجات المركبة النانومترية الهجينة والقابلة لذلك بعد تطبيق بيروكسايد الكارباميد 15% لمدة 8 أيام (Li et al, 2009) (Yu et al, 2008)

وهذا ما تعارض مع نتائج Alqahtani الذي وجد أن لعامل التبييض بيروكسايد الهيدروجين 10% أثراً معاكساً على القساوة المجهرية للراتنجات المركبة المملوءة نانومترياً والراتنجات المركبة ذات الأساس السيلوراني المنخفضة التقلص والراتنجات المركبة الهجينة مقارنة بالراتنجات المركبة دقيقة الذرات. (Alqahtani 2014)

سجل Hanning وزملاؤه، باستخدام فحص KNOOP للقساوة، انخفاضاً ملحوظاً في قساوة السطح للراتنجات المركبة الخاضعة للتبييض (Tetric Flow, TetricEvoCeram; Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein). ليس فقط في الطبقات السطحية بل أيضاً في الطبقات العميقة من المواد المرممة. (Hanning, et al, 2007). رُبطت هذه النتائج بالأكسدة العالية وتدهور قالب الراتنجي في الراتنجات المركبة. (Taher, 2005).

بالإضافة إلى ذلك، لم تُؤثّر عوامل تبييض الأسنان في العيادة (بيروكسايد الكارباميد 35% وبيروكسايد الهيدروجين 35%) على القساوة ومقاومة الشدّ للمواد الراتنجية المركّبة. (Yu et al, 2010) (Yu et al, 2015) كما لم تُؤثّر عوامل تبييض الأسنان المنزلية على مقاومة الالتواء والكسر للراتنجات المركّبة (Hatanaka et al, 2013).

#### 6-1-2-3 التأثير على تحرّر المونوميرات:

لوحظ تناقص ملحوظ في كمية المونوميرات المتحرّرة من الراتنجات المركّبة النانومترية الهجينة و ormocer (ORganically Modified CERamic) والمعرّضة لبيروكسايد الهيدروجين 38% لمدة 45 دقيقة وبيروكسايد الكارباميد 15% لمدة 56 ساعة (Polydorou et al, 2009).

وتعارضت هذه النتائج مع دراسة Tabatabaee وآخرون، فقد وجدت زيادة في تحرّر المونوميرات من الراتنجات المركّبة عند خضوعها للتبييض؛ حيث كانت نسبة TEGDMA المتحرّرة أكثر من نسبة Bis-GMA كما حرّرت الراتنجات المركّبة النانومترية مونوميرات أكثر من الراتنجات دقيقة الذرات. ومن الجدير بالذكر بأنّ تحرّر UDEMA لم يتأثّر بنوع الراتنج أو عامل التبييض المستخدم أو طريقة تلميع الترميمات إلّا أنّ زيادة فترة غمر الراتنج بمحلول التبييض أدّى إلى زيادة تحرّر ال UDEMA. (Tabatabaee et al, 2014).

وفي دراسة أخرى، تبين أيضاً أنّ تحرّر ال TEGDMA كان أكثر من تحرّر Bis-GMA من الراتنجات المركّبة النانومترية والراتنجات المركّبة السائلة (Tabatabaee et al, 2008)، وهذا ما أكّده أيضاً Durner وزملاؤه حيث وجد تحرراً كبيراً من TEGDMA و Bis-GMA عند استخدام تراكيز عالية من  $H_2O_2$ .

(Durner et al, 2011)

#### 6-1-2-3 التأثير على التسرب الحفافي المجهرى (Effects On Microleakage):

#### 6-1-2-3-1 فى التبييض ضمن التاج للأسنان غير الحية السابق للمعالجة الترميمية:

أدت تقنية التبييض السّيار باستخدام مزيج من بيروكساييد الكارباميد 37% أو باستخدام معجون يتضمّن بيروكساييد الهيدروجين 30% مع برورات الصّوديوم إلى معدّلات تسرب مجهرى أعلى للترميمات الزّاتنجية المركّبة لكلّ من فوهات الدّخول وحفر الصّنف الخامس المطبّقة مباشرةً بعد الانتهاء من التبييض.

(Teixeira et al, 2003)

تمّ تسجيل نتائج مماثلة من قبل Turkun and Turkun حيث وجدا انخفاضاً ملحوظاً في ختم فوهات الدّخول بالزّاتنجات المركّبة لمدة أسبوع بعد تطبيق بيروكساييد الكارباميد 10% ضمن حجرة اللّب، بينما تمّ ملاحظة التسرب المجهرى في ترميمات الصّنف الخامس بعد تطبيق بيروكساييد الكارباميد 37% ضمن التاج فقط في الحواف العاجية، ولم يتمّ ملاحظته في الحواف المينائية. (Turkun & Turkun, 2004)

ازداد معدّل التسرب المجهرى لفوهات الدّخول المرمّمة بزيادة مدّة تطبيق مزيج برورات الصّوديوم-بيروكساييد الهيدروجين، فقد تسبّب التطبيق لمدة 7 أيّام بوجود ختم أقلّ مقارنةً بالتطبيق لمدة 1-4 أيّام، إلّا أنّ الاستخدام قصير الأمد لماءات الكالسيوم ضمن التاج لمدة 7 أيّام بعد الانتهاء من التبييض السّيار كان قادراً أن يعكس التأثيرات السّلبية للتسرب المجهرى نتيجة تطبيق بيروكساييد الهيدروجين ضمن فوهات الدّخول.

(Attin, et al, 2004)

#### 6-1-2-3-2 فى التبييض الخارجى للأسنان الحية السابق للمعالجة الترميمية:

هناك جدلٌ حول تأثير التبييض الخارجى ببيروكساييد الكارباميد 10% السابق للمعالجة الترميمية على التسرب الحفافي المجهرى للترميمات الزّاتنجية المركّبة.

وجد White وزملاؤه أنّ تبييض الأسنان ذات حفر الصّنف الأوّل المرمّمة بالزّاتنج المركّب ببيروكساييد الكارباميد 20% لم يؤثّر على الحواف الإطباقية للترميمات ولذلك لم يسبّب تسرباً مجهرياً (White et al, 2008)، كما وجد Klukowska وزملاؤه أنّ بيروكساييد الكارباميد 10% لم يضعف الختم الحفافي لترميمات الصّنف الخامس المطبّقة على الملتقى المينائي الملاطى. (Klukowska et al, 2008)

وعلى العكس، فقد وجدت إحدى الدراسات التي استخدمت اختبار نفوذية الصباغ في الأسنان المقلوعة والمرممة بترميمات الراتنج المركب، أن تماس المواد الراتنجية المركبة بعد المعالجة بيروكساييد الكارباميد 10-16% أو بيروكساييد الهيدروجين 35% أثر بشكل سلبي على الختم الحفافي لكل من حواف العاج والمينا.

(Ulukapi et al, 2003)

قيم Ajami وزملاؤه تأثير غسولات الفم على ترميمات الراتنج المركب المرتبطة بنظامي الصاق بعد التبييض بيروكساييد الكارباميد 10% حيث تبين أن استخدام بعض الغسولات الفموية مثل Oral-B بعد التبييض، يمكن أن تزيد من التسرب المجهرى التالى للترميم لترميمات الراتنج المركب المرتبطة بأنظمة التخرش الكامل المتطلبة للغسل. (Ajami et al, 2012)

كما وجد Roubickova وزملاؤه أنه من المفضل تطبيق الترميمات الراتنجية مع أنظمة التخرش الكامل المتطلبة للغسل إذا كانت المعالجة التالية للتبييض متوقعة. (Roubickova et al, 2013).

### 6-1-3 التأثير على الخزف (Effects On Dental Ceramic):

أبدى الخزف المصهور تغيراً بسيطاً في اللون بعد غمره في هلام التبييض لمدة ساعتين باليوم على مدى 5 أسابيع (Greenwall et al, 2001).

إلا أن القساوة المجهرية للترميمات الخزفية لم تتأثر بعد تعريضها لعوامل التبييض في العيادة (بيروكسايد الهيدروجين 38%) وبعد تعريضها لعوامل التبييض المنزلية (بيروكسايد الكارباميد 15%) وذلك بعد مرور 30 يوماً من الانتهاء من إجراءات التبييض. (Polydorou et al, 2007)

وهذا ما تناقض مع نتائج بعض الدراسات التي وجدت أن هلام بيروكسايد الكارباميد بتركيز 10-16% (الذي تم تطبيقه لمدة 8 ساعات باليوم لمدة 30 يوماً) كان قادراً على إنقاص قساوة السطح بشكل ملحوظ للمواد الخزفية المختبرة. ولكن، لم تتأثر التضاريس السطحية بنظام التبييض، كما تم ملاحظته أيضاً في فحوص المسح بالمجهر الإلكتروني عندما تم تطبيق بيروكسايد الهيدروجين 6% على الخزف الفلدسباري.

(Majeed & Farooq, 2015) (Attin et al, 2004)

وهذا ما توصلت إليه أيضاً دراسة Moraes حيث أظهر الخزف الفلدسباري زيادة في خشونة وتناقصاً تدريجياً في السطح عند تماسه مع بيروكسايد الكارباميد 10% و 35% لمدة 21 يوماً. (Moraes et al, 2006)

وهذا ما توافق مع نتائج دراسة Malkondou وزملائه حيث تبين أن استخدام بيروكسايد الكارباميد 35% أنقص القساوة المجهرية للسطح لكل من الخزف الزجاجي التقليدي والخزف المقوى ببلاورات اللوسيت

(Malkondou et al, 2011)

كما ازدادت خشونة السطح بشكل ملحوظ للخزف المقوى بالألومينا بعد غمره بمحلول بيروكسايد الهيدروجين بتركيز عالية (30%، 35%، 38%)، حيث تناسبت الزيادة في خشونة السطح بزيادة تركيز محلول التبييض بالإضافة إلى مدة الغمر بمحلول التبييض (Abu-Eittah & Mandour 2011)

وعزيت الزيادة في خشونة إلى انخفاض محتوى السطح من  $\text{SiO}_2$  (Yu et al, 2015)

ومن الجدير بالذكر، أن زيادة خشونة السطح أدت إلى تراكم اللويحة والتصاق الجراثيم والتخريش اللثوي، لذلك اقترح بعض الباحثون حماية هذه المواد بعازل قبل القيام بإجراءات التبييض. (Zaki & Fahmy 2009)

ومن جهةٍ أخرى، لم تجد بعض الدراسات أيّ تأثيرٍ لعوامل التبييض على خشونة السطح، القساوة المجهرية، وعلى مقاومة الالتواء للخزف السنيّ. (Ourique et al, 2011) (Yu et al, 2010) (Yu et al, 2013)

#### **4-1-6 التأثير على المواد الترميمية الأخرى (Effects On Other restorative Materials):**

##### **Ormocer (Organically Modified Ceramic) 1-4-1-6 :**

لاحظ Yalcin and Gurgan تغييراتٍ لونيةٍ ملحوظةٍ في مادة Ormocer بعد تعريضها للتبييض باستخدام بيروكساييد الكارباميد 10% (Yalcin & Gurgan 2005).

أظهرت دراسةً أخرى أنّ التراكيز العالية لبيروكساييد الهيدروجين 35% سببت تغييراتٍ لونيةٍ ملحوظةٍ في مادة Ormocer الأمر الذي قد يتطلب الحاجة إلى استبدال هذه الترميمات رغم أنّ التغيرات اللونية كانت ضمن المجال المقبول سريريّاً (Hubbezoglu et al, 2008).

في دراسةٍ لـ Taher، لم تبدِ ترميمات Ormocer أيّ تغييراتٍ ملحوظةٍ في القساوة المجهرية بعد استخدام بيروكساييد الهيدروجين بتركيز 35%، وقد فسّر الباحث هذه النتائج بنسبة المواد المألثة المرتفعة من جهةٍ وبنية القالب لمادة Ormocer الذي يحتوي على بوليميرات عضويةٍ وغير عضويةٍ. (Taher 2005)

تمّ الحصول على نتائجٍ مماثلةٍ عند استخدام بيروكساييد الكارباميد 15% وبيروكساييد الهيدروجين 38%. (Polydorou et al, 2007)

وجدت دراسةً لـ Polydorou وزملائه تناقصاً في كميةٍ بيسيفينول A المتحرّر من Ormocer بعد التبييض. استناداً إلى هذه النتيجة ونظراً لكون القساوة المجهرية لمادة Ormocer لم تتغير، اعتبر الباحثون التبييض خياراً آمناً لا يتطلب استبدال هذه الترميمات. (Polydorou et al, 2007)

#### **2-4-1-6 التأثير على الاسمنت الشارديّ الزجاجيّ (Effects On Glass Ionomers):**

لوحظت فروقٌ لونيةٌ واضحةٌ في ترميمات الاسمنت الشارديّ الزجاجيّ بعد تعريضها للتبييض باستخدام بيروكساييد الكارباميد 15%، ولكن بعد أسبوعين من التبييض عادت هذه الترميمات إلى لونها الأصليّ. بالإضافة إلى ذلك أظهر المسح بالمجهر الإلكتروني انحلالاً بسيطاً في السطح (Li et al, 2009).

وهذا ما أكدته إحدى الدراسات حيث وجدت أن التبييض قد يزيد من انحلال الاسمنت الشاردي الزجاجي (Perchyonok & Grobler, 2015)، وتوافقت هذه النتائج مع دراسة Yu وزملائه التي أظهرت حدوث تغيرات ملحوظة في سطح الاسمنت الشاردي الزجاجي بشكل صدوع أو حفر (Yu et al, 2009)، حيث ازدادت خشونة السطح بعد تطبيق بيروكساييد الكارباميد بتركيز 10% و 15%. (Zavanelli, et al, 2011)

من جهة أخرى، وجدت دراسة لـ Taher انخفاضاً ملحوظاً في قساوة السطح لترميمات الاسمنت الشاردي الزجاجي بمقدار 2.6% وذلك بعد تعريضها للتبييض باستخدام بيروكساييد الكارباميد 15%، بينما انخفضت قساوة السطح بمقدار 23.1% وذلك بعد تعريضها للتبييض باستخدام بيروكساييد الهيدروجين 35%. (Taher 2005)

بالإضافة إلى التبدلات في السطح، لاحظت إحدى الدراسات حدوث انخفاض ملحوظ في خصائص الالتواء لترميمات الاسمنت الشاردي الزجاجي التقليدي بعد تعرضها للتبييض باستخدام بيروكساييد الكارباميد 10%. (Yu et al, 2010)

#### 6-1-4-3 التأثير على المواد المركبة ذات الأساس الراتنجي المعدلة بعديدات الأحماض

لم تحدث أية فروقات لونية ملحوظة في مادة الكومبومير بعد التبييض باستخدام بيروكساييد الهيدروجين 30% لمدة 120 ساعة مقارنة بتلك المخزنة في الماء المقطر. (Kwon et al, 2003) (Yu et al, 2015)

وعلى العكس، فقد حدثت تغيرات ملحوظة في اللون في مادة الكومبومير بعد تعريضها للتبييض باستخدام بيروكساييد الكارباميد 10% و 15% وربطها الباحثون بتغيرات السطح (Li et al, 2009)، حيث ازدادت خشونة السطح بشكل ملحوظ لمادة الكومبومير بعد تعريضها لإجراءات التبييض باستخدام بيروكساييد الكارباميد 10% و 15%، كما أظهر المسح بالمجهر الإلكتروني حدوث تصدعات فيها (Yu et al, 2009)، واعتبرت هذه التصدعات مسؤولة عن انخفاض مقاومة الالتواء وزيادة قابلية التصدع بعد التبييض. (Li et al, 2009)

(Yu et al, 2009) (Yu et al, 2015)

كما وجد Rosentritt وزملاؤه أن مادة الكومبومير تأثرت بعد تعرضها للتبييض حيث تناقصت القساوة المجهرية بعد التبييض (Rosentritt et al, 2005)، وهذا ما تم تأكيده عند دراسة الطبقة تحت السطحية لمادة

الكومبومير بعد التبييض حيث أظهرت تأثر الطبقات ذات عمق 2 مم ونقصان القساوة بشكل ملحوظ، لذلك اقترح بعض الباحثون ضرورة استبدال أو تلميع ترميمات الكومبومير بعد التبييض. (Hannig et al, 2007) وبشكل مشابه، تم ملاحظة انخفاض ملحوظ في القساوة المجهرية في مواد الكومبومير المعرضة للتبييض وذلك في مستويات مختلفة من الطبقة تحت السطحية حيث تراوحت من 0.1 مم ل 0.3 مم (Yu et al 2011) بشكل عام، ازدادت القساوة المجهرية لسطح ترميمات الاسمنت الشاردي الزجاجي المعدل بالراتنج أو على الأقل بقيت على حالها وذلك بعد تعريضها للتبييض باستخدام بيروكساييد الكارباميد 10%، وعُزيت هذه الزيادة في القساوة المجهرية إلى تآكل عوامل التبييض. وعلى العكس، فعند استخدام تراكيز أعلى من عوامل التبييض (بيروكساييد الكارباميد 15% وبيروكساييد الهيدروجين 35%) حدث انخفاض ملحوظ في القساوة المجهرية لترميمات الاسمنت الشاردي الزجاجي المعدل بالراتنج. (Yu et al, 2015).

#### 6-4-4-1 التأثير على الترميمات المؤقتة (Effects On Provisional Restoration):

##### 6-4-4-1-1 التأثير على اللون:

تغير لون المواد الترميمية المؤقتة المستخدمة لصنع النيجان بعد 14 يوماً من التبييض وذلك حسب نوع المادة المؤقتة المفحوصة (Attin et al, 2004)، وبالتالي يمكن أن يحدث تغير في لون النيجان المؤقتة المصنوعة من ميتيل الميثا اكريلات وتتحول للون البرتقالي. (Hilton, et al, 2013) بينما لا تتلون نيجان البولي كربونات والمواد الراتنجية المؤقتة ذات الأساس bis-acryl (Greenwall, et al, 2001)

##### 6-4-4-1-2 التأثير على البنية:

يمكن لاسمنتات اللاصاق أن تتأثر بالتبييض، حيث كشف الفحص بالمجهر الالكتروني وجود تآكل للقلب في اسمنتات اللاصاق كما حدث تشكّل للبلورات إلى حد ما في اسمنت فوسفات الزنك.

(Greenwall, et al, 2001)

وفي دراسة حديثة لتقييم أثر التبييض باستخدام بيروكساييد الهيدروجين 36% على اسمنت فوسفات الزنك، تبين وجود زيادة ملحوظة في القساوة المجهرية للسطح بالإضافة لحدوث تغيرات محدودة في شكل السطح.

(Boston & Jefferies 2010)

كما وجدت إحدى الدراسات انخفاضاً في الألمنيوم وزيادة في مسامية اسمنت أوكسيد الزنك بعد الغمر في محاليل بيروكساييد الكارباميد الحامضية 10%. كما انخفضت مستويات سطح أوكسيد الزنك للترميمات IRM بشكل ملحوظ بسبب تأثير بيروكساييد الكارباميد 10%، ولكن ليس بعد تطبيق بيروكساييد الهيدروجين 10% الذي أدى إلى تصدع وتمدد المادة المفحوصة. (Attin et al, 2004)

وهذا ما أكدته إحدى الدراسات التي وجدت أن الترميمات المؤقتة مثل تلك التي تستخدم المواد الترميمية المرحلية (IRM) يمكن أن تتأثر بيروكساييد الهيدروجين. عند الفحص بالمجهر تبدو IRM المعرضة لبيروكساييد الهيدروجين متصدعة ومنتفخة بينما لا يسبب بيروكساييد الكارباميد أي تأثير. (Greenwall, et al, 2001)

#### 3-4-4-1-6 التأثير على الختم الحفافي:

تبيّن أنّ المواد الترميمية المؤقتة مثل اسمنت أوكسيد الزنك والأوجينول واسمنت فوسفات الزنك لم تؤمن ختماً مثاليّاً عندما تمّ استخدامها كترميم مؤقتٍ لمدخل الحجرة خلال التبييض الداخليّ بتقنيّة التبييض السيّار باستخدام خليط من بيروكساييد الهيدروجين 30% مع بربورات الصّوديوم كعامل تبييضٍ. وكان هذا صحيحاً بالنسبة للمواد الراتنجية المركّبة التي تمّ تطبيقها بدون تخريشٍ عندما تمّ فحصها كختم مؤقتٍ لفوهة الدّخول. كانت النتائج المفضّلة لاحترام الختم الحفافيّ الخارجيّ خلال التبييض الداخليّ للمواد المرمّمة الهيدروليكيّة مثل Cavit و Coltosol. (Attin et al, 2004)

أظهرت الدّراسات المخبريّة أنّ بيروكساييد الهيدروجين يسبّب تغيّراتٍ بنيويّةً وشكليّةً في الميناء والعاج والملاط. كما تمّ ملاحظة انخفاض قوى القصّ والقساوة المجهرية. يمكن أن تجعل هذه التّغيّرات النّسج السنّية الصّلبة أكثر عرضةً للتّخرّب وتشكيل النّخور النّانويّة. (Ingle, et al, 2008)

#### 6-2-1 تأثير التّبييض على الميناء (Effects On Enamel):

6-2-1-1 النّضاريس السّطحيّة (Surface Texture): أظهرت معظم دراسات المسح بالمجهر الالكترونيّ للنّضاريس السّطحيّة المعالجة بعوامل تبييض بيروكساييد الكارباميد تغيّراتٍ بسيطةً أو عدم حدوث تغييرٍ في الشّكل. (Greenwall, et al, 2001) وهذا ما أكّدته دراسة ل Fatima وزملائه حيث أدّى التّبييض باستخدام بيروكساييد الهيدروجين 38% وبيروكساييد الكارباميد 16% إلى تغيّراتٍ بسيطةٍ في شكل سطح الميناء. (Fatima, et al, 2016)

بينما أظهرت بعض الدّراسات حدوث تغيّراتٍ سطحيّةٍ كبيرةٍ وملحوظةٍ في تضاريس الميناء بشكلٍ تالٍ لتبييض الأسنان الحيّة باستخدام بيروكساييد الكارباميد أو فوق أكسيد الهيدروجين  $H_2O_2$  (Sikri, 2015)، حيث شملت التّغيّرات غوّراتٍ أو انخفاضاتٍ ضحلةً، زيادة المساميّة والتآكل البسيط، ولكن في معظم الحالات تنوّعت التّغيّرات الملاحظة في شكل سطح الميناء بين المنتجات المختلفة وتمّ ربطها بالمنتجات التي تستخدم الهلام ذو ال PH المنخفض. (Ingle, et al, 2008) الشّكل (20)



الشّكل (20): صور بالمجهر الالكترونيّ لسطح الميناء بعدة حالات : الشّكل (A): سطح ميناء أملس غير خاضع للتّبييض. الشّكل (B): سطح ميناء غير منتظم يحوي غوّرات بعد التّبييض ببيروكساييد الكارباميد 10%. الشّكل (C): سطح الميناء شديد العشوائيّة وشديد المساميّة. (Soares, et al, 2013)

كما سبّبت التّراكيز العالية من بيروكساييد الكارباميد ضرراً للسطوح المينائية السّليمة، لكن أقلّ من ذلك المسبّب بالتّخريش بحمض الفوسفور. (Bonsor, & Pearson, 2012)

وهذا ما وجدته Soares وزملاؤه حيث أدى التبييض باستخدام كل من بيروكساييد الكارباميد 10% و 16% إلى خسارة البنية المعدنية من الميناء ونتج عن ذلك سطح مسامي خشن، ولوحظت التأثيرات العكسية الأشد عند التبييض باستخدام بيروكساييد الكارباميد 16%. (Soares, et al, 2013)

أما بالنسبة للتبييض المنشط بالليزر فقد حدثت تغيرات بسيطة في شكل السطح بعد التبييض باستخدام بيروكسيد الهيدروجين 35% وتنشيطه بليزر ER:YAG و ليزر KTP. (Nguyen, et al, 2015)

حيث يعتبر التبييض المنشط بالليزر خياراً علاجياً آمناً كونه سبب زيادة في خشونة السطح بشكلٍ أقلّ من تقنية التبييض التقليدية في العيادة (Anaraki, et al, 2015)

وكنتيجة لارتفاع خشونة السطح، فإنّه من الممكن أن تصبح هذه الأسنان أكثر عرضة للتآكل الخارجي بعد التبييض. (Sikri, 2015)

بالإضافة إلى ذلك، أظهرت الدراسات أنّ بعض المشروبات الغازية وعصائر الفواكه (مثل البرتقال، الليمون والتفاح) يمكن أن تؤدي إلى نزع الأملاح المعدنية وتغييرات في شكل سطح الميناء بشكلٍ مساوٍ أو أكبر من تلك المسجلة عند تبييض الأسنان. ( Li & Greenwall 2013 )

وهذا ما أكدته دراسة Tompkins وزملائه التي تمّ فيها تقييم التآكل الحمضيّ للميناء بعد تبييض الأسنان باستخدام خمس منتجات تبييضٍ مختلفة. تضمّنت المنتجات، الشرائط 6.5% بيروكساييد الهيدروجين، وهلام بيروكساييد الكارباميد 10% و22%، بيروكساييد الهيدروجين 35% وهلام يحوي على هيبوكلوريت الصوديوم. لم يحدث تآكلٌ حمضيّ للميناء بالرغم من حدوث تليّن في بعض السطوح. (Tompkins, et al, 2013)

كما وجد Santos وزملاؤه أنّ التبييض باستخدام بيروكساييد الهيدروجين 7.5% زاد من قابليّة الميناء للتآكل الحمضيّ، كما وجد بأنّ إضافة الكالسيوم والفلور إلى هلام التبييض قد أنقص من التآكل الحمضيّ. في حين لم يكن للهيدروكسي أباتيت النانومتري أيّ تأثير واق. (Santos, et al, 2016)

في دراسة سريرية أخرى، تبين بأنّ الاستخدام اليوميّ لهلام التبييض الحاوي على 10% بيروكساييد الكارباميد لمدة ستة أشهر لم يسبّب آثاراً سلبيةً على شكل سطح الميناء عند البشر. ( Li & Greenwall 2013 )

وبالعكس، فقد وجدت بعض الدراسات بأنّ التعرّض لبيروكسايد الكارباميد 10% لفترةٍ طويلةٍ من اليوم لمدةٍ شهرٍ ستؤدّي لخسارة الميناء طبقته اللاموشوريّة .

وتبيّن أنّ استخدام التبييض لفترةٍ طويلةٍ، سيؤدّي إلى زيادة شفويّة الميناء في بعض المناطق، خاصّةً عند الحدّ القاطع. لذلك يجب الإشراف على تبييض الأسنان من قبل الطّبيب. (Bonsor, & Pearson, 2012)

وفي دراسةٍ لـ Chen وزملائه تبين أنّ عوامل التبييض قد سبّبت خسف أملاح معدنيّةٍ عابرٍ للميناء، حيث انخفضت نسبة  $Ca/P$  بشكلٍ ملحوظٍ وكان خسف الأملاح المعدنيةّ مشابهاً لذلك الحاصل عند تناول المشروبات الحامضيّة، ولكنّ التّمعّن ازداد تدريجيّاً بعد 7 أيّام . (Chen, et al, 2013)

كما كان تطبيق المعاجين الواقية بعد التبييض فعّالاً في استعادة شكل سطح الميناء مظهرًا فعاليّةً أكبر لمركّبات CPP-ACP مقارنةً بالمعاجين المفلورة. (Poggio, et al, 2015)

ومن جهةٍ أخرى، وجد De Moraes أنّ تبييض الأسنان باستخدام بيروكسايّد الهيدروجين 35% مع الكالسيوم قد سبّب فعاليّة تبييضٍ أكبر، ولكن لم يكن لإضافة الكالسيوم أيّ تأثيرٍ على إنقاص التغيّرات الشكليّة أو زيادة تركيز الكالسيوم على سطح الميناء. (De Moraes, et al, 2015)

## 6-2-1-2 التأثير على القساوة المجهرية (Effects On Microhardness):

وجدت بعض الدراسات أنّ منتجات تبييض الأسنان الحاوية على البيروكسايد لا تؤثر على بنية المينا المجهرية. فلا تتخفض مقاومة المينا للسّل بسبب التبييض كما لا تتخفض القساوة المجهرية أو المحتوى المعدني المتغير. حتّى لو تمّ استخدام بيروكسايد الهيدروجين بتركيز عالٍ. (Banerjee, & Millar, 2015)

وهذا ما وجدّه Özkan وزملاؤه حيث لم يؤثر كلّ من بيروكسايد الكارباميد 10% وبيروكسايد الهيدروجين 10% على خشونة السطح، ولكن استخدام المعاجين السّاحلة بعد التبييض أدّى إلى زيادة خشونة السطح. (Özkan et al, 2012).

وهذا ما أكّده Borges وزملاؤه أيضاً حيث لم يكن هناك فروق ملحوظة بين عوامل التبييض فيما يتعلّق بالتركيز ومدة التطبيق. ولم يؤثر كلّ من بيروكسايد الهيدروجين بتركيز 20% و35% على القساوة المجهرية للمينا (Borges et al, 2015)

كما وجدت دراسة لـ Araujo F de وزملائه أنّ المصادر الضوئية المختلفة (ليزر الآرغون، ليزر LED ، والضوء الهالوجيني) لم تؤثر على القساوة المجهرية للمينا بعد التبييض في العيادة باستخدام بيروكساد الهيدروجين 35%. (Araujo F de et al, 2010)

وعلى العكس، ففي دراسة أخرى وجد Azer وزملاؤه أنّ القساوة المجهرية ومعامل المرونة قد تناقصت بشكل كبير بعد تطبيق أنظمة التبييض المنزلي. (Azer et al, 2009)

وهذا ما أكّده Cviki وزملاؤه حيث تناقصت قساوة السطح بشكل ملحوظ بعد جلسة التبييض الأخيرة عندما تمّ استخدام بيروكسايد الكارباميد 10%. بالإضافة إلى ذلك حدثت تغييرات ملحوظة في معامل المرونة وخشونة السطح فقط بعد المعالجة ببيروكسايد الكارباميد 10%، وتبيّن أنّ هلام التبييض ذو التماس الأطول والتركيز الأخفض من البيروكسايد قد أثر بشكل سلبي على سطح المينا. (Cviki et al, 2015)

ومن جهة أخرى، وجد De Arruda وزملاؤه أنّ التبييض باستخدام بيروكسايد الهيدروجين 35% قد عزز من تناقص القساوة المجهرية في النّسج والتّغيرات المورفولوجية في نسيج المينا المعرض للتّحديّات النّخرية. (De Arruda et al, 2012)

وفي دراسة لـ Magalhães وزملائه تبين أن التبييض باستخدام بيروكساييد الهيدروجين 35% قد أدى إلى انخفاض في القساوة المجهرية للمينا حيث سبب عامل التبييض الأكثر حامضية (ph 4.30) خسارة أكبر في القساوة المجهرية للمينا مقارنةً بعامل التبييض الأقل حامضية (ph 6.62). (Magalhães et al, 2012)

وهذا ما توافق مع نتائج Klaric وزملائه حيث أثرت زيادة تركيز البيروكساييد وحموضة الهلام سلبياً على القساوة المجهرية وتركيز الكالسيوم والفوسفور في المينا والعاج، كما سببت انخفاضاً ملحوظاً في قساوة السطح المجهرية للمينا والعاج تراوحت بين 8% عند استخدام بيروكساييد الكاراميد 16% إلى 40% عند استخدام بيروكساييد الهيدروجين 25%، وكان تأثير المحفزات الضوئية المختلفة ضئيلاً. كما حفز اللعاب الاصطناعي وفوسفات الكالسيوم اللابلورية على إعادة تمعدن النسيج الصلب، حيث زادت القساوة المجهرية 3% فقط مما أدى إلى زيادة تركيز الكالسيوم والفوسفور. (Klaric et al, 2015).

وفي دراسة مخبرية لتقييم القساوة النانومترية لسطح المينا، الراتنج المركب واللصق السنّي وطبقة المينا الهجينة لعوامل التبييض ذات أساس بيروكساييد الهيدروجين 35%، تبين أن عامل التبييض ذو ال PH الأدنى كان الوحيد الذي أحدث انخفاضاً في القساوة النانومترية لسطح المينا وطبقة المينا الهجينة مباشرةً عند تطبيقه. ولكن بعد سبعة أيام من التخزين في اللعاب الاصطناعي، عادت مستويات القساوة النانومترية إلى قيمها الطبيعية.

كما كشف تحليل SEM فجوات صغيرة بين المينا واللصق بعد التعرض لكل عوامل التبييض. ولكن، تم ملاحظة الفجوة الأكبر في السطح البيني سن-ترميم مباشرةً بعد تطبيق عامل التبييض ذو ال PH الأدنى.

لم يغير أيّاً من عوامل التبييض المستخدمة القساوة النانومترية للراتنج المركب وطبقة اللصق.

(Abe et al, 2016)

ونتيجةً لاحتمال أذية بنية السنّ، أثار التبييض اهتمام الباحثين، فقاموا بتقييم تأثير تبييض الأسنان الجائر على بنية السنّ وعرضه لخسف الأملاح المعدنية. وجدت بعض الدراسات أن التبييض الجائر يمكن أن يغير من سلامة السطح، البنية المجهرية لبلورات المينا وميلها لخسف الأملاح المعدنية. (Carey 2014)

حيث تشير المعطيات الإجمالية إلى أن هنالك خسارة في المعادن خلال المعالجة بالتبييض؛ ومع ذلك، لا يبدو أنه يشكل خطراً كبيراً بسبب توفر الآليات الفعالة لإعادة التمعدين بسرعة في الحفرة الفموية. حيث أظهرت معظم

دراسات المسح بالمجهر الالكترونيّ (SEM) والقساوة المجهرية للسّطح عدم حدوث تغيّراتٍ أو وجود تغيّراتٍ بسيطةٍ في سطح الميناء بعد التّبييض. (Li & Greenwall 2013)

في دراسةٍ مخبريةٍ حديثةٍ أُجريت في اليابان لتقييم قابليّة الأسنان لخسف الأملاح التّالي لتبييض الأسنان بيروكسايد الكارباميد 10% مقارنةً بتبييض العيادة الجائر بيروكسايد الهيدروجين 35% المحفّز بالضوء. تمّ تبييض أسنانٍ مقلوعةٍ بدرجة A3 وفق دليل ألوان vita حسب تعليمات الشركة المصنّعة للوصول إلى درجة A2 ثم تمّ خسف الأملاح المعدنية لمدة أسبوعين وتقييم كمّيّة النّقص في كثافة الأملاح المعدنية. وجدت الدّراسة أنّ سلامة السّطح بالنّسبة للأسنان الخاضعة للتّبييض المنزليّ قد تمّ تعديلها (تغيّرت)، حيث حدث خسفٌ كبيرٌ وملحوظٌ في الأملاح المعدنية في الأسنان الخاضعة للتّبييض المنزليّ مقارنةً بالأسنان الخاضعة للتّبييض في العيادة، ووجد الباحثون أنّ البيروكسايد في هلام التّبييض في العيادة يخترق الميناء بشكلٍ أعمق قبل أن يتمّ تنشيطه بواسطة الإشعاع الضوئي. (Ogura et al, 2013)

أظهرت دراسةً استخدمت دورة تبييض/إعادة تمعدن أنّ المعالجة باستخدام بيروكسايد الكارباميد أنقصت بشكلٍ ملحوظٍ صلابة الميناء، في حين عزّز تطبيق الفلور من إعادة تمعدن الميناء. يمكن لانخفاض الصّلابة أن يعكس خسارة المعادن من الميناء والذي بدوره يمكن أن يُنتج انخفاضاً في مقاومة الاهتراء. كما أظهر الباحثون أيضاً أنّ هنالك تغيّراً في قوة الميناء للكسر (Greenwall, et al, 2001)

كما يمكن لإضافة الفلور والكالسيوم لمركّبات التّبييض المنزليّة أن يقلّل من خسارة الأملاح المعدنية في الميناء. (Cavalli et al, 2011)

ازدادت القساوة المجهرية للسّطح (تتناقص تأثير بيروكسايد الهيدروجين) بشكلٍ ملحوظٍ عند مجموعة المعاجين السّنيّة مقارنةً بمجموعة الغسل بالماء، كما ازدادت خشونة السّطح في جميع المجموعات عدا المجموعة الحاوية على الرّجاج الحيوي. حيث حمى الرّجاج الحيوي من التّأثيرات الضّارة لتبييض الأسنان.

(Vieira-Junior et al, 2016)

### 3-1-2-6 التأثير على التركيب الكيميائي للمينا (Effects On Chemical Composition):

لم يحدث أيّ تغيير في التركيب الكيميائي للمينا بعد التبييض باستخدام بيروكساييد الكاراميد

(Smidt et al, 2011)، حيث لم يسبّب بيروكساييد الكاراميد 10% أيّ تغيير في محتوى معادن P,Ca,Zn في بنية المينا. (Godinho et al, 2014)

ومن جهة أخرى، قد يؤدي التبييض الجائر باستخدام تراكيز عالية جداً إلى خسف الأملاح المعدنية للسطح وإنقاص تبلور المينا. (Shi et al, 2014)

كما قد تحدث خسارة في المكونات العضوية من سطوح المينا المعالجة مثل الكربون، مجموعات أمين الطرطي والهيدروكربون المستبدلة بالأوكسجين، الكالسيوم والفسفور. لذلك يُنصح باستخدام عوامل التبييض السنّية بحذر. (Greenwall, et al, 2001)

وفي دراسة للمقارنة بين تأثير التبييض في العيادة المنشط ضوئياً وتأثير التبييض المنشط كيميائياً على محتوى المينا لوحظ حدوث خسارة في محتوى الفوسفات عند التبييض المنشط كيميائياً ولكنها أقلّ مقارنةً مع التبييض المنشط ضوئياً، لأنّ عامل التبييض المنشط ضوئياً يحوي في تركيبه على نترات البوتاسيوم فقط في حين يحوي عامل التبييض المنشط كيميائياً على نترات البوتاسيوم بالإضافة إلى الفلور، فوجود الفلور يعزّز من التفاعلات الكيميائية التي تؤدي لتشكيل فوسفات الكالسيوم وهذا ما يفسّر دور الفلور في إعادة التّمدن.

(Venkatesan et al, 2012)

يتم تحديد لون السن بشكل أساسي من خلال العاج ويمكن أن يتم تغييره بوساطة المعالجة بالتبييض، حيث أحدث بيروكساييد الكارباميد 10% تغييراً منتظماً في اللون عبر العاج. (Garg, & Garg, 2014)

ومن جهة أخرى، يمكن للارتباط مع العاج أن يتغير بعد التبييض ويمكن لطبقة اللطخة أن تُزال. قد يتأثر الارتباط بين الاسمنت الشارديّ الزجاجيّ والعاج، وقد يكون هذا بسبب ترسب بيروكساييد الهيدروجين والكولاجين الذي يتشكل على سطح العاج المحضّر بعد التبييض، لذلك تم اقتراح تأخير الارتباط السنّي لمدة أسبوعين بعد التبييض (Greenwall, et al, 2001)

كما لوحظ حدوث تغييرات ملحوظة في العاج ضمن القنيويّ بينما لم تحدث أية تغييرات في العاج حول القنيويّ (Chng et al, 2005)، حيث زادت كلّ عوامل التبييض (بيروكساييد الكارباميد 45% ، بيروكساييد الهيدروجين 35% ، بربورات الصوديوم مع بيروكساييد الهيدروجين 30% ، بربورات الصوديوم مع الماء) من قطر القنّيات العاجيّة وأحدثت تغييراً في المحتوى المعدنيّ للعاج عند تطبيقها ضمن التّاج عدا مزيج بربورات الصوديوم مع الماء الذي لم يسبّب أيّ تأثير على العاج. (Maleknejad et al, 2012)

في دراسة لـ Faraoni وزملائه تبين أنّ عامل التبييض لم يؤثر على القساوة المجهرية للمينا وعلى خشونة السطح. ولكنّه أثر على القساوة المجهرية للعاج واعتمد ذلك على نوع عامل التبييض المستخدم.

(Faraoni-Romano et al, 2008)

ففي إحدى الدراسات حدث انخفاض بسيط في القساوة المجهرية لسطح العاج بشكل تالٍ لتعريضه لبيروكساييد الكارباميد 10% ولكن ذلك لم يكن ذو أهمية سريريّة. (Arcari et al, 2005) (Majeed et al, 2015)

لم يسبّب بيروكساييد الكارباميد 10% لوحده فقط انخفاضاً في القساوة المجهرية للعاج. بل تبين أيضاً أنّ عامل الثخانة (الكاربابول و/أو الغليسرين) يمكن أن يسبّب انخفاضاً في القساوة المجهرية للعاج.

(Basting et al, 2003)

بالإضافة إلى ذلك وجد Tam وزملاؤه بأنّ التّعرّض المباشر لبيروكساييد الكارباميد 10% سبّب انخفاضاً ملحوظاً في قوّة الالتواء ومعامل المرونة للعاج. (Tam et al, 2005)

كما وجد أيضاً بأن مقاومة العاج للكسر قد انخفضت بعد الاستخدام طويل الأمد لمنتجات التبييض المطبقة مباشرة على العاج. (Tam et al, 2007)

وفي دراسة أخرى، تبين أيضاً أن عوامل التبييض لم تؤثر على قوى الشد ولكنها سببت تناقصاً ملحوظاً في المركب العضوي للعاج. (Tamura et al, 2008)

ومن جهة أخرى، لم يسبب التبييض باستخدام بيروكساييد الكارباميد 10% زيادة في تآكل الميناء ولكنه يمكن أن يغير من مقاومة العاج للسحل ولكن ذلك يعتمد على عوامل السحل الخارجية. (Engle et al, 2010)

### **6-2-3 التأثير على الملاط:**

من خلال الدراسات الحديثة، تبين أن الملاط لا يتأثر بوساطة المواد المستخدمة في التبييض المنزلي ولكن تم تسجيل حدوث الامتصاص العنقي وامتصاص الجذر الخارجي عند تبييض الأسنان بتقنية التبييض الداخلي باستخدام بيروكساييد الهيدروجين 35%. (Garg, & Garg, 2014)

تتنوع ردود الفعل اللبّية قصيرة الأمد من مريضٍ لآخر، ومن سنٍّ لآخر. (Hilton, et al, 2013)

كما تتنوع نفوذية اللب بشكلٍ ملحوظٍ بين منتجات تبييض بيروكساييد الكارباميد 10% التجارية، ممّا ينتج عنه مستويات مختلفة من حساسية الأسنان وفعالية التبييض. (Greenwall, et al, 2001)

حتى الآن ما زالت التأثيرات طويلة الأمد للتبييض باستخدام صفائح التبييض المنزلية على اللب غير معروفة. وحتى هذه اللحظة، لا يوجد علاقة متبادلة بين التبييض باستخدام بيروكساييد الكارباميد والأذى اللبّي الدائم. فالأذى اللبّي المرتبط بفرط الحساسية السنّية هو في العادة مؤقتٌ وليس خطيراً. (Ingle, et al, 2008)

أما بالنسبة لبيروكساييد الهيدروجين فقد تبين أنّه ينفذ بسرعةٍ وسهولةٍ إلى اللبّ السنّي، وكلّما كان التركيز أعلى كلّما ظهر سريعاً في اللبّ (Banerjee, & Millar, 2015)، كما تبين أنّ نفوذية بيروكساييد الكارباميد إلى اللبّ أقلّ من نفوذية بيروكساييد الهيدروجين. (Greenwall, et al, 2001)

تمّ ربط التبييض الخارجي باستخدام بيروكساييد الهيدروجين بحدوث الأذية اللبّية. بالرغم من أنّ الأبحاث لم تجد أية تأثيرات غير ردودة ملحوظة على اللبّ. (Ingle, et al, 2008) حتى بعد استخدام بيروكساييد الهيدروجين 40% في تبييض العيادة، فإنّ الأذى اللبّي كان ردوداً. لا يوجد أيّ دليل على تموت الأسنان، حتى مع الاستخدام طويل الأمد (6-9 أشهر) لبيروكساييد الكارباميد 10%.

(Banerjee, & Millar, 2015) (Kelleher, 2008)

وعلى الرغم من ذلك، يجب القيام بإجراءات التبييض بحذرٍ وليس بوجود النّخور، مناطق من العاج المكشوف، أو قرب تواجد القرون اللبّية (Ingle, et al, 2008)، حيث تعتمد كميّة بيروكساييد الهيدروجين التي تصل إلى الحجرة اللبّية على بروتوكول التبييض والمنتج المستخدم كما وُجد بأنّها تعتمد بشكلٍ أقلّ على تركيز بيروكساييد الهيدروجين. (Mena et al, 2015)

تعارضت هذه النتائج مع نتائج دراسة Soares وزملائه التي قامت بتقييم فعالية التبييض ونفوذ السمّية عبر الميناء والعاج لبروتوكولات التبييض المختبرة على الخلايا اللبّية، حيث تبين أنّ إنقاص زمن تماس بيروكساييد الهيدروجين 35% أو إنقاص تركيزه إلى 17.5% قد أنقص السمّية الخلوية العابرة من الميناء والعاج إلى خلايا اللبّ (Soares et al, 2014)

أظهرت الدراسات التّسجّية ردّ فعلٍ التهابيّ بسيطٍ بشكلٍ نالٍ للتّعرض لبيروكساييد الهيدروجين. بدأ الالتهاب البسيط محدوداً في الطبقات السطحيّة من اللبّ تحت الملتقى العاجي الملاطي مباشرةً. كانت هذه الملاحظات مستمرةً مع عدم ارتياحٍ بسيطٍ تمّ تسجيله من قبل المرضى بشكلٍ مبكرٍ بعد التّعرض لمدة 15 دقيقة لبيروكساييد الهيدروجين بقصد التّبييض (Kelleher, 2008)، حيث كان محلول  $H_2O_2$  3% قادراً على إحداث انخفاضٍ عابرٍ في الدّورة الدّمويّة لللبّ وانسداد الأوعية الدّمويّة اللّبيّة (Greenwall, et al, 2001)

لم يسبّب تبييض الأسنان السّليمة باستخدام بيروكساييد الهيدروجين 35% لمدة 15 دقيقة أيّة تأثيراتٍ سميّةٍ على خلايا اللبّ، ولكنّه سبّب تأثيراتٍ سميّةٍ ملحوظةً عندما تمّ تطبيقه على الأسنان المرمّمة باستخدام نظامٍ لاصقٍ (Soares<sup>1</sup> et al, 2015)، حيث تمّ ملاحظة التّراكيز الأعلى من بيروكساييد الهيدروجين في حجرة اللبّ عند الأسنان ذات التّرميمات العميقة مقارنةً بتلك ذات التّرميمات السطحيّة بغضّ النظر عن التّشيط الضوئي. وعلى أيّة حالٍ فإنّ التّراكيز الموجودة في اللبّ لم تؤثر على حيويّة الخلايا. (Parreiras et al, 2014)

كما تبيّن أنّ الحفر المرمّمة ب RMGIC والمعرّضة للتّخرّب المائيّ قد أحدثت انتشاراً أكثر لـ  $H_2O_2$  35% ضمن حجرة اللبّ ممّا زاد السّميّة الخلويّة لـ  $H_2O_2$  في خلايا اللبّ. بالإضافة إلى ذلك حدثت زيادة ملحوظة في IL-1 $\beta$  (1). (Soares<sup>2</sup> et al, 2015)

ومن جهةٍ أخرى، سبّب بيروكساييد الهيدروجين بتركيز 8% وتركيز 10% تأثيراً سميّاً مباشراً ولكن محدوداً على الخلايا الجذعيّة اللّبيّة حيث استعادت حيويّتها بعد 3 أيّامٍ من التّبييض، في حين أنقص بيروكساييد الهيدروجين بتركيز 35% حيويّة الأسنان بمقدار (93-97%) كما سبّب تغيّراتٍ في شكل الخلايا عند تطبيقه مباشرةً ولوحظت قدرةً محدودةً على التّعافي بعد 72 ساعة من التّطبيق. (Soares<sup>3</sup> et al, 2015)

وفي دراسةٍ أخرى لتقييم فعاليّة التّبييض باستخدام بيروكساييد الكارباميد 10% لمدة 1.5-3 ساعات وبيروكساييد الهيدروجين 6% لمدة 15-45 دقيقة تبيّن أنّ إنقاص زمن التّعرض لعوامل التّبييض قد أنقص من فعاليّة التّبييض، وكان التّبييض باستخدام بيروكساييد الكارباميد 10% هو البروتوكول الأفضل، ولم يسبّب الانتشار الأكبر لبيروكساييد الهيدروجين فعاليّة أكبر في التّبييض. والجدير بالذّكر أنّ البروتوكولات المستخدمة لم يكن لها تأثيراً ساماً على الخلايا الشّبيهة بمصوّرات العاج. (De Almeida et al, 2015)

(1) سيتوكين يزداد تركيزه في الحالات الالتهابيّة.

كما تبين بأن تطبيق بيروكسايد الهيدروجين 17.5% لمدة 5 دقائق لم يسبب أيّ تغييرات في الخلايا الشبيهة بمصوّرات العاج، ولكن عندما تمّ تطبيقه لمدة 15 أو 45 دقيقة لوحظت سمّية خلوية بسيطة ولكن استعادت الخلايا قدرتها على التعافي بعد 21 يوم من التبييض. (Soares et al, 2016)

وفي دراسة لتقييم تأثير مضادات الأكسدة على أنسجة اللب، لوحظ حدوث انخفاض بسيط في الأذية البدئية لللب خلال المعالجة بحمض الاسكوربيك بعد التبييض، حيث أظهرت النسيج اللبّية المعالجة بحمض الاسكوربيك قابلية تجديد أسرع مع مرور الوقت. (Lima et al, 2016)

كما يُفضّل استخدام بيروكسايد الهيدروجين 35% الحاوي على الكالسيوم عند التبييض في العيادة لأنّه يسبب حساسية وأذى لبياً أقلّ من ذلك الخالي من الكالسيوم (Roderjan et al, 2015)

إنّ الأسنان الأكثر عرضة لارتفاع درجة حرارة اللب خلال التبييض المنشط بالليزر هي الرّباعيّات العلوية والثنايا السفليّة (Strakas et al, 2016)، حيث كان تطبيق البلاسما والتركيز المنخفض من بيروكسايد الكارباميد 15% فعّالاً في التبييض ولم يسبب أيّ تغييرات حراريّة في السنّ كما لم يسبب أيّ تغييرات بنيويّة في سطح السنّ وبالتالي يمكن اعتبار البلاسما مصدراً ضوئياً آمناً في التبييض كونه يجنب اللب الأخطار غير المرغوب بها (Nam et al, 2015)

ومن جهةٍ أخرى، أحدث ليزر femtosecond<sup>(2)</sup> المركز و ZOOM2 ارتفاعاً كبيراً في درجات الحرارة في الحجرة اللبّية وعلى سطح السنّ، لذلك يجب الحذر عند استخدام هذه الأنواع من الأجهزة المنشّطة للضوء، في حين يمكن استخدام ليزر femtosecond غير المركز وجهاز LED بطول موجة 405 بأمان.

(Klaric et al, 2015)

وبيّن الجدول (3) تأثير عدّة أنواع من الليزر على ارتفاع درجة حرارة اللب. (De Moor et al 2015)

<sup>(2)</sup> ليزر femtosecond: هو ليزر نبضي يستخدم بطول موجة 1053 نانومتر، ويبلغ متوسط زمن النبضة  $10^{-15}$  ثانية.

| Authors                     | Wavelength                   | Settings                                                          | Bleaching gel                                                | Result/temperature                                                                         |       |
|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Luk et al., 2004 [12]       | 10,600 nm (CO <sub>2</sub> ) | 600 mW<br>6 × 30 sec/180 sec interval<br>GT: 2 mm<br>D: 1 to 2 mm | Opalescence Extra<br>Quick White<br>Star Brite<br>Nypro Gold | Pulp without and with gel<br>+13.34 +9.75<br>+10.73 +6.93<br>+13.08 +7.98<br>+22.26 +16.55 |       |
|                             |                              |                                                                   |                                                              |                                                                                            |       |
| Michida et al., 2009 [13]   | 1,064 nm (Nd:YAG)            | 600 mJ, 10 Hz (0.6 W)<br>20 sec<br>GT: 0.5 to 1 mm<br>D: 5 mm     | Whiteness HP                                                 | Pulp with gel<br>+4.33                                                                     |       |
| Dominguez et al., 2011 [14] | 1,064 nm (Nd:YAG)            | 75 mJ, 10 Hz<br>3 × 20 sec<br>GT: 2 mm<br>D: 2 mm                 | Ena White Power<br>Opalescence Endo<br>Q White               | Pulp with gel<br>+3.1<br>+2.5<br>+2.9                                                      |       |
|                             |                              | 40 mJ, 10 Hz<br>3 × 20 sec<br>GT: 2 mm<br>D: 2 mm                 | Ena White Power<br>Opalescence Endo<br>Q White               | Pulp with gel<br>+0.2<br>0<br>0                                                            |       |
|                             |                              | 1.6 mJ, 15 Hz<br>3 × 20 sec<br>GT: 2 mm<br>D: 2 mm                | Ena White Power<br>Opalescence Endo<br>Q White               | Pulp with gel<br>+0.25<br>0<br>0                                                           |       |
|                             | 532 nm (diode)               | 200 mW<br>3 × 20 sec<br>GT: 2 mm<br>D: 2 mm                       | Ena White Power<br>Opalescence Endo<br>Q White               | Pulp with gel<br>+2.6<br>+1.3<br>+1.3                                                      |       |
|                             | 675 nm (diode)               |                                                                   |                                                              |                                                                                            |       |
|                             |                              |                                                                   |                                                              |                                                                                            |       |
| Klaric et al., 2013 [15]    | 770 nm (femtosecond diode)   | 800 mW, 15 min<br>Unfocused<br>GT: ?<br>D: ?                      | Without gel                                                  | Enamel surface                                                                             | Pulp  |
|                             |                              |                                                                   | ZOOM 2                                                       | +3.2                                                                                       | +2.7  |
|                             |                              |                                                                   | Boost                                                        | +2.1                                                                                       | +1.4  |
|                             |                              |                                                                   | Vivastyle 30                                                 | +2.0                                                                                       | +1.4  |
|                             |                              |                                                                   | Vivastyle 16                                                 | +2.1                                                                                       | +1.4  |
|                             |                              |                                                                   | Vivastyle 10                                                 | +2.2                                                                                       | +1.4  |
|                             |                              | 800 mW, 15 min<br>Focused<br>GT: ?<br>D: ?                        | Without gel                                                  | Enamel surface                                                                             | Pulp  |
|                             |                              |                                                                   | ZOOM 2                                                       | +16.8                                                                                      | +15.7 |
|                             |                              |                                                                   | Boost                                                        | +9.4                                                                                       | +8.7  |
|                             |                              |                                                                   | Vivastyle 30                                                 | +9.6                                                                                       | +8.8  |
|                             |                              |                                                                   | Vivastyle 16                                                 | +9.5                                                                                       | +8.7  |
|                             |                              |                                                                   | Vivastyle 10                                                 | +9.7                                                                                       | +8.8  |
|                             |                              |                                                                   |                                                              | +9.4                                                                                       | +8.6  |
| Suliman et al., 2005a [10]  | 830 nm (diode)               | 3 W, 30 sec<br>GT: 2 mm<br>D: just above the surface of the gel   | Opus Mix bleaching powder + 35% HP liquid                    | Pulp without and with gel<br>+16 +8.7                                                      |       |
| Kivanç et al., 2012 [16]    | 915 nm (diode)               | 3 W, 20 sec<br>GT: 2 mm<br>D: 10 mm                               | By White (BW)<br>Whiteness HP (WHP)                          | Pulp without and with gel<br>+26.7 BW +17<br>WPH +25.6                                     |       |
|                             |                              | 1.5 W, 20 sec<br>GT: 2 mm<br>D: 10 mm                             |                                                              | Pulp without and with gel<br>+12.2 BW +7.6<br>WPH +6                                       |       |
| Sari et al. [17], Epub 2013 | 810 nm (diode)               | 4 W, 20 sec<br>GT:<br>D:                                          | Whiteness HP                                                 | Pulp with gel<br>+2.61                                                                     |       |
|                             | 2940 nm (Nd:YAG)             | 40 mJ, 10 Hz, 20 sec<br>GT:<br>D:                                 |                                                              | Pulp with gel<br>+1.86                                                                     |       |

| Authors                      | Wavelength              | Settings                                                                                  | Bleaching gel                                                 | Result/temperature                                                                            |                                                                    |  |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--|
| Sulيمان et al., 2006 [18]    | 830 nm (diode)          | 30 sec<br>3 W<br>2 W<br>1 W<br>GT: 2 mm<br>D: just above the surface of the gel           | Opus Mix bleaching powder + 35% HP liquid                     | Surface<br>86.3<br>64.1<br>37                                                                 | Pulp without and with gel<br>+11.6 +8.7<br>+7.7 +6.8<br>+5.23 +5.5 |  |
| Fornaini et al., 2013 [19]   | 808 nm (diode)          | 3 × 30 sec—rest time<br>2 min<br>2 W<br>4 W<br>GT:<br>D:<br>3 × 30 sec—rest time<br>2 min | 48 g HP solution + 29 g carbopol (HP concentration 27 to 35%) | Peak gel temperature<br>43.1<br>74.9                                                          |                                                                    |  |
|                              | 532 nm (KTP)            | 2 W<br>4 W<br>GT:<br>D:                                                                   |                                                               | Peak gel temperature<br>32<br>45.1                                                            |                                                                    |  |
| Wetter et al., 2004 [20, 21] | 960 nm (diode)          | 0.9 W, 60 sec<br>GT: ?<br>D: 2 mm<br>2 W, 30 sec<br>GT: ?<br>D: 2 mm                      | Opalescence Xtra (OPX)<br>Opus White (OW)                     | Pulp with gel<br>OPX +8<br>OW comparable (8)<br>Pulp with gel<br>OPX +12<br>OW comparable (8) |                                                                    |  |
| Eldeniz et al., 2005 [22]    | 810 nm (diode)          | 10 W, 15 sec<br>GT: OPX?—QS: 1 mm<br>D: ?                                                 | Opalescence Xtra (OPX)<br>Quasar Brite (QS)                   | Pulp with gel<br>+11.75                                                                       |                                                                    |  |
| Zhang et al., 2007 [23]      | 980 nm (diode)          | 0.8 W, 30 sec<br>GT: 1 mm<br>D: 1 mm                                                      | Hi Lite                                                       | Pulp with gel<br>+7.72                                                                        |                                                                    |  |
|                              | 532 nm (KTP)            | 1 W, 30 sec<br>GT: 1 mm<br>D: 1 mm                                                        |                                                               | Pulp with gel<br>3.76                                                                         |                                                                    |  |
| Verheyen et al., 2006 [24]   | 810 nm (diode)          | 1 W, 30 sec<br>GT: ?<br>D: ?                                                              | Opus White (OW)<br>Ti-O2 gel (TO)                             | Pulp with gel<br>OW 3<br>TO 0                                                                 |                                                                    |  |
| Goharkhay et al., 2009 [25]  | 810 nm (diode)          | 1 W, 60 sec<br>2 W, 60 sec<br>GT: ?<br>D: 6 mm                                            | Opalescence Xtra<br>Boost                                     | Pulp without and with gel<br>+5 0<br>+9.6 +2.8                                                |                                                                    |  |
| Pleffken et al., 2012 [26]   | 660 nm (diode)          | 50 mW, 3 × 160 sec<br>GT: ?<br>D: 2 mm                                                    | 35% experimental HP gel                                       | In the gel<br>+2.29                                                                           | Pulp with gel<br>+1.8                                              |  |
| Carrasco et al., 2008 [27]   | LED-laser<br>470/790 nm | 40 mW, 3 × 30 sec<br>GT: 1 mm<br>D: 5 mm                                                  | Whiteness HP                                                  | Pulp without and with gel<br>+0.35 +0.33                                                      |                                                                    |  |
| Torres et al., 2008 [28]     | LED-laser<br>470/784 nm | 120 mW<br>5 × 40 secc<br>GT: 2 mm<br>D: 5 mm                                              | Whiteform Perox Red                                           | Critical temperature rise of 5.5°C not reached                                                |                                                                    |  |
| Coutinho et al., 2009 [29]   | LED/laser<br>470/795 nm | 120 mW, 3 × 60 sec                                                                        | Whiteness HP                                                  | Pulp with gel<br>Incisor +3.1<br>Canine +2.5<br>Premolar +1.9                                 |                                                                    |  |
|                              | LED/laser<br>530/795 nm | 20 mW, 3 × 60 sec                                                                         |                                                               | Incisor +0.6<br>Canine +0.2<br>Premolar +0.3                                                  |                                                                    |  |

الجدول (3): يوضح تأثير عدة أنواع من الليزر على ارتفاع درجة حرارة اللب.

(De Moor et al 2015)

## 6-3-1 التأثير على الارتباط عند تبييض الأسنان الحية:

تتناقص قوة الارتباط بين الميناء والترميمات ذات الأساس الراتنجي خلال ال 24 ساعة الأولى بعد التبييض. وبعدها لا يعود هناك فرق في قوة ارتباط الراتنج المركب إلى الميناء المبيضة وغير المبيضة. لذلك يجب تأخير ارتباط الأسنان لضمان تطابق لوني جيد وقوة ارتباط مثالية. (Banerjee, & Millar, 2015)

حيث استطاع بيروكسايد الهيدروجين أن يغير من كيميائية السطح، وتبين أن الأوتاد الراتنجية في الأسنان الخاضعة للتبييض أقل عدداً، أقل وضوحاً، وأقصر من تلك الموجودة في الميناء غير الخاضعة للتبييض. كما تبط الأوكسجين المتبقي في سطح السن الخاضع للتبييض أيضاً تفاعل الراتنج المركب.

(Greenwall, et al, 2001)

وهذا ما أكدته دراسة Briso وزملائه، حيث وجدت أن التبييض باستخدام بيروكسايد الكارباميد 10% وبيروكسايد الهيدروجين 35% قد أعاق تشكيل الطبقة الهجينة والأوتاد الراتنجية وخفض قوة الارتباط. في حين سبب استخدام اسكوريات الصوديوم زيادة ملحوظة في ثخانة الطبقة الهجينة وطول الأوتاد الراتنجية كما ازدادت قوى الارتباط عند استخدام بيروكسايد الكارباميد 10% إلا أنها لم تتأثر عند استخدام بيروكسايد الهيدروجين كعامل للتبييض. (Briso et al, 2014)

كما أظهرت تحاليل ال SEM فجوات صغيرة بين الميناء والمادة الرابطة وذلك بعد تعرضها لعوامل التبييض. وحدثت الفجوات الكبيرة الأكثر ملاحظة بين السطح البيني للميناء والمادة الرابطة مباشرة بعد تطبيق بيروكسايد الهيدروجين ذو ال PH المنخفض. (Abe et al, 2016)

وفي دراسة ل Vahid وزملائه تبين أن إجراءات تبييض الأسنان باستخدام بيروكسايد الكارباميد بتركيز 20% وتركيز 45% وليمز الديود قد أنقصت قوة الارتباط بشكل ملحوظ حيث كان تأثير بيروكسايد الكارباميد 45% على قوة الارتباط أكبر. (Vahid Dastjerdi et al, 2015)

كما تناقصت قوى الارتباط بشكل ملحوظ بعد التبييض ببيروكسايد الهيدروجين 35%، وتبين أن فترة 7 أيام كانت كافية لتحقيق قوى ارتباط أفضل. (Lago et al, 2013)

وتبيّن أنّ عوامل التبييض وحدها أو المترافقة مع عوامل مضادّة للحساسية قد أنقصت قوى الارتباط بشكل ملحوظ وفي كلا الحالتين يُنصح بتأخير الارتباط لمدة أسبوعين. (Khoroushi et al, 2013)

كما وجدت الدراسات التي استخدمت بيروكساييد الكارباميد 10% أنّ قوة ارتباط الراتنج المركّب للمينا المخرّش قد تناقصت، ولم يكن هنالك فروقات ملحوظة في قوة الارتباط بين الأنواع المختلفة من هلام التبييض.

(Greenwall, et al, 2001)

وهذا ما أكّده Lu وزملاؤه حيث وجد تناقصاً في قوة ارتباط الحاصرة التقويمية بشكل ملحوظ بعد التبييض باستخدام بيروكساييد الكارباميد 10% وبعد التبييض باستخدام بيروكساييد الهيدروجين 38%. في حين تأثرت قوى الارتباط بشكل بسيط عند مشاركة عامل التبييض مع (CPP-ACP) <sup>(3)</sup> (Lu et al, 2015)

كما انخفضت قوة الارتباط بشكل ملحوظ عند استخدام الجيل السادس من أنظمة الربط مقارنةً بمثلتها عند استخدام الجيل الخامس من أنظمة الربط، وتبيّن أنّ معاملة سطح المينا الخاضع للتبييض باستخدام اسكوريات الصوديوم 10% عكس قوة الارتباط المتناقصة لذلك فهو يعتبر بديلاً جيداً عن الارتباط المتأخّر.

(Anil et al, 2015)

ووافق Akin وزملاؤه هذه النتائج حيث وجد أنّ بيروكساييد الهيدروجين 35% قد أنقص من قوة الارتباط سواء عند تطبيقه لوحده أو عند تنشيطه بالليزر، وأكد زوال هذا التأثير عند معالجة سطح المينا باسكوريات الصوديوم 10% قبل الارتباط. (Akin et al, 2013)

وكذلك وجد Abed Kahnemooyi وزملاؤه بأنّ التبييض باستخدام بيروكساييد الهيدروجين 35% قد أنقص من قوى الارتباط في حين وجد أنّ تأخير الارتباط لمدة أسبوعٍ واحدٍ بالإضافة إلى تطبيق اسكوريات الصوديوم 10% لمدة 10 دقائق استعادت قيم قوى الارتباط. (Abed Kahnemooyi et al, 2014)

وجاءت هذه النتائج مماثلةً لدراسة Yadav وزملائه حيث وجد أنّ التبييض باستخدام بيروكساييد الهيدروجين 35% قد أنقص من قوى الارتباط بشكل ملحوظ ولكن يمكن عكس هذا التأثير من خلال تطبيق اسكوريك الصوديوم 10% و 10% tocopherol acetate أو 10% retinol acetate. لذلك يعتبر استخدام مضادات الأكسدة خياراً علاجياً جيداً لإلصاق الحاصرات مباشرة بعد التبييض. (Yadav et al, 2015)

<sup>(3)</sup> casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate

كما تبين بأن تطبيق اسكوريات الصوديوم لمدة 10 دقائق بعد التبييض مباشرة يزيد من قوة الارتباط للراتنجات المركبة ذات الأساس السيلوراني وراتنجات الديميتاكريلات. (Güler et al, 2013)

بالإضافة إلى ذلك، فقد زادت قوى الارتباط بعد التبييض بشكل ملحوظ عند تطبيق بعض العوامل المضادة للأكسدة مثل اسكوريات الصوديوم 10% و proanthocyanidin 5% (خلاصة بذور العنب)، وامتلك نظام الربط من الجيل الخامس قوى ارتباط أكبر من مثيلتها في الجيل السابع. (Abraham et al, 2013)

والجدير بالذكر بأن proanthocyanidins هي جزيئات ذات وزن جزيئي عالٍ وتوجد بتركيزٍ عالٍ في بعض المصادر الطبيعية مثل خلاصة بذور العنب، التوت البري، خلاصة لحاء الصنوبر، أوراق شجرة البندق وأوراق شجر الليمون وتم إثبات سلامتها كمضادات أكسدة في العديد من التطبيقات السريرية. (Xie et al, 2008)

وفي دراسة لتقييم فعالية مضادات الأكسدة المختلفة. وجد أن كل من اسكوريات الصوديوم بتركيز 10% و proanthocyanidin, and 5% lycopene 6.5% قد أحدث زيادة في قوة الارتباط للمينا الخاضع للتبييض. كما تبين أن اسكوريات الصوديوم قد أحدث زيادة ملحوظة في قوة الارتباط مقارنةً بباقي العوامل المؤكسدة. (Arumugam et al, 2014)

وبالتالي يمكن تحقيق ارتباط فعال بعد التبييض مباشرة حيث زادت قوة الارتباط بعد المعالجة باسكوريات الصوديوم 10% بشكلٍ تالٍ للتبييض باستخدام بيروكساييد الهيدروجين 35% (Kunjappan et al, 2013)

كما وجد بأن تطبيق اسكوريات الصوديوم 10% وخلاصة اكليل الجبل كان فعالاً في معاكسة التأثير على قوى الارتباط بعد التبييض مباشرة (Suneetha et al, 2014)، لذلك يمكن اختيار خلاصة لحاء الصنوبر بدلاً من اسكوريات الصوديوم كمضاد أكسدة طبيعي أقل خطورة. (Aksakalli et al, 2013)

عاكس استخدام مضادات الأكسدة بشكل ملحوظ الانخفاض في قوة ارتباط المينا الخاضع للتبييض، وتبين بأن تطبيق خلاصة لحاء الصنوبر 10% بعد التبييض قد سبب قوى ارتباط أفضل. (Subramonian et al, 2015)

كما وجد أن استخدام phosphate ascorbyl 3% لمدة 15 دقيقة كان قادراً على تحسين قوة ارتباط الراتنج المركب إلى المينا ولكن تطبيقه لمدة 40 دقيقة أثر بشكلٍ سلبي على قوة الارتباط.

(De Castro et al, 2015)

وفي دراسةٍ أخرى تبين أنّ محلول بذور العنب 6.5% زاد من قوّة الارتباط للميناء الخاضع للتبييض باستخدام بيروكساييد الكارباميد 35%. (Khamverdi et al, 2013)

في حين جاءت النتائج معاكسةً في دراسة Sharafeddin وزملائه حيث كان لمضادات الأكسدة المختلفة (اسكوريات الصوديوم 10% - محلول قشر الرمان 10% - خلاصة بذور العنب 10% - خلاصة الشاي الأخضر 5% - هلام أوراق الأوليفيرا) نفس التأثير على قوّة ارتباط الميناء بعد التبييض ببيروكساييد الكارباميد 15% حيث لم تسبّب أيّاً منها زيادةً ملحوظةً في قيم قوى الارتباط. (Sharafeddin et al, 2015)

كما وجد Arumugam وزملاؤه بأنّ تطبيق 600 ، 800 ، 1000  $\mu\text{mol}$  من محلول الشاي الأخضر لمدة 10 أو 20 دقيقة لم يسبّب زيادةً في قوّة الارتباط وذلك بعد التبييض باستخدام بيروكساييد الهيدروجين 30%. (Arumugam et al, 2014)

ومن جهةٍ أخرى، لم يكن تطبيق بيكربونات الصوديوم 10% لمدة 10 أو 20 دقيقة قادراً على عكس تأثير قوّة الارتباط الضعيفة بعد إجراءات التبييض باستخدام بيروكساييد الهيدروجين 35%. (Darzé et al, 2015)

في حين لم تتأثر قوّة الارتباط بين راتنج - سن بعد معالجته بالبلازما الباردة وذلك بعد التبييض مباشرةً (Zhu et al, 2016).

كذلك لم يكن لوجود فوسفات الكالسيوم غير البلورية في هلام التبييض أيّ تأثيرٍ على قوّة الارتباط بعد التبييض. (Machado et al, 2013)

وبالعكس، فقد استطاع ليزر Er:YAG أن يستعيد قوّة الارتباط في السطح البيني ترميم-عاج حتّى عند تطبيق الترميم مباشرةً بعد التبييض. (Curylofo et al, 2014)

كذلك ازدادت قوى الارتباط بشكلٍ سريعٍ خلال ساعةٍ من التبييض المنشط بالليزر وخلال 24 ساعة من التبييض التقليدي، لذلك يُنصح بالقيام بالتبييض المنشط بالليزر عند الحاجة لاصاق الحاصرة التقويمية في يوم التبييض ذاته. (Mirhashemi et al, 2015)

وبالتالي يمكننا القول بأنّ انخفاض قوّة الارتباط هو عرضٌ مؤقتٌ وعابرٌ، حيث يتناقص بعد 24 ساعةٍ ويختفي بعد أسبوعٍ واحدٍ. يمكن لتطبيق الفلور الموضعي بعد التبييض أن يساعد في استعادة قوّة الارتباط. كما يمكن أن

يبطل تخشين السطح أو استخدام أنظمة الالتصاق ذات الأساس الكحولي أو الأستوني تأثيرات البيروكساييد على قوة الارتباط. يمكن لإزالة المينا المحافظة أن تكون كافية لمعكسة هذه التأثيرات.

(Greenwall, et al, 2001)

لذلك يجب نصح المريض بعدم استخدام أي من منتجات التبييض خلال إجراء الترميمات غير المباشرة مثل الوجوه الخزفية لأن هذا سيؤثر عكسياً على قوة الارتباط والتطابق اللوني أيضاً.

(Banerjee, & Millar, 2015)

### 6-3-2 التأثير على الارتباط عند تبييض الأسنان غير الحية:

انخفضت قوة الارتباط إلى العاج بشكل ملحوظ عند تبييض الأسنان غير الحية باستخدام بيروكساييد الكارباميد 15% ولكن الانتظار لمدة 4 أسابيع كان قادراً على استعادة قوى الارتباط، كما وجد أيضاً أن معاملة السطح باسكورات الصوديوم 10% و لمدة 60 ثانية كان فعالاً أيضاً في استعادة قوى الارتباط وتفق على معاملة السطح ب  $\alpha$ -tocopherol 10% . (Whang & Shin 2015)

ووافقت هذه النتائج دراسة Kılınç وزملائه التي نصحت بتأخير الارتباط لمدة 14 يوم بعد التبييض الداخلي لتحسين قوى الارتباط أو تأخيره 7 أيام مع تطبيق اسكورات الصوديوم. (Kılınç et al, 2015)

وعلى العكس، فقد وجد Hansen وزملاؤه بأن تطبيق اسكورات الصوديوم 35% لم يكن فعالاً في عكس تأثيرات التبييض على قوة الارتباط لذلك يُنصح بتأخير إجراءات الارتباط التالية لتبييض الأسنان.

(Hansen et al, 2014)

كما وُجد بأن استخدام نظام الربط ذاتي التخريش بعد التبييض الداخلي باستخدام بيروكساييد الهيدروجين 35%، قد أحدث قوى ارتباط جيدة ومقبولة لالتصاق الحاصرات. (Fernandes et al, 2015)

كانت قوة الارتباط بالنسبة لنظام الربط ذاتي التخريش المؤلف من خطوتين (الجيل السادس) أعلى بشكل ملحوظ مقارنةً بنظام الربط ذاتي التخريش ذو العبوة الواحدة (جيل سابع). بالنسبة لنظام الربط ذو العبوة الواحدة فإن قوة الارتباط كانت أقل بشكل ملحوظ في المركز وقرب القرون اللبية مقارنةً بالمنطقة المحيطية. لم يكن للتبييض باستخدام برورات الصوديوم أي تأثير على قوة الارتباط سواء استخدم بنظام الربط ذاتي التخريش ذو العبوة الواحدة أو لنظام الربط ذاتي التخريش المؤلف من خطوتين، لذلك كان تأثير اسكورات الصوديوم ضئيلاً. أظهرت

مجموعة نظام الرّبط المؤلّف من خطوتين أعلى قوّة ارتباط بينهما أظهرت مجموعة نظام الرّبط ذو العبوة الواحدة  
أخفض قوّة ارتباط عندما ارتبطت بالمركز أو عند القرن اللّبي. (Yoon et al, 2014)

## Cervical Root Resorption:

## 4-6 الامتصاص العنقي للجذر:

أحد التأثيرات الجانبية التي تم تسجيلها بعد التبييض الداخلي للأسنان هو الامتصاص العنقي للجذر.

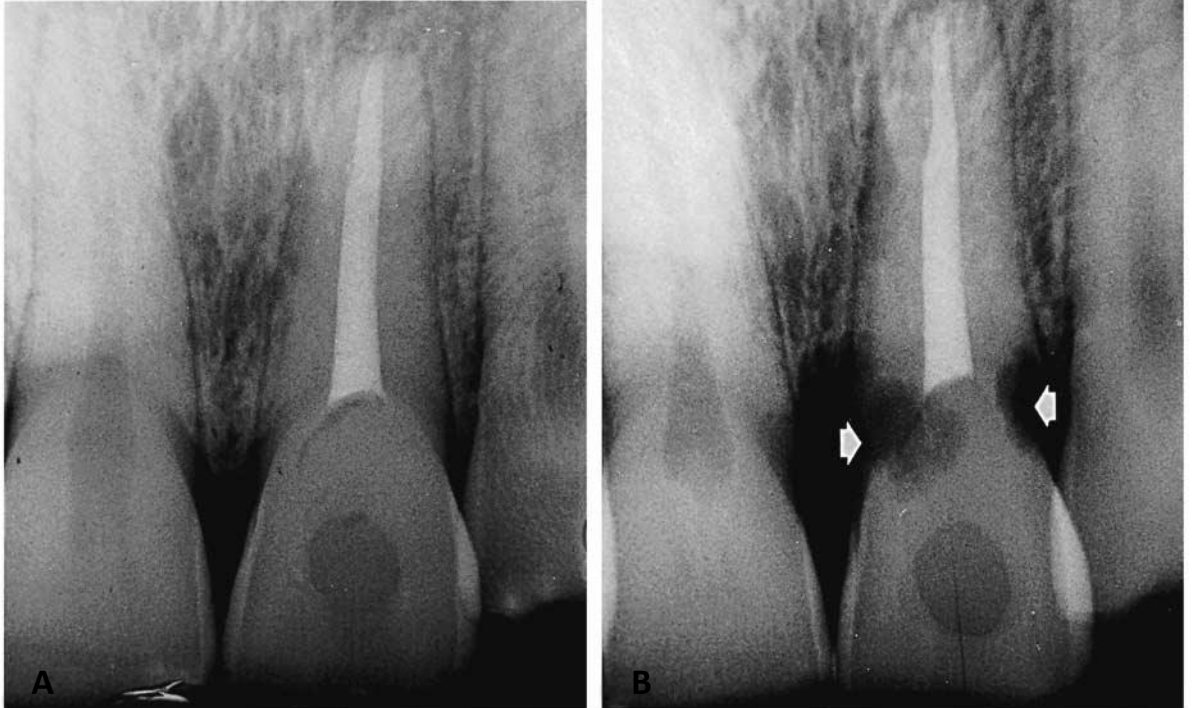
(Sikri, 2015)

لا يوجد أي تقارير على أن بيروكساييد الكارياميد 10% (بيروكساييد الهيدروجين 3.5%) يسبب الامتصاص. بغض النظر عن الأذى الحاصل في المينا والعاج، عندما يتم استخدامه للتبييض الداخلي والخارجي.

(Banerjee, & Millar, 2015) ولكن يزداد الخطر كلما زاد تركيز بيروكساييد الهيدروجين فوق 30%.

(Bonsor, & Pearson, 2012)

يشاهد الامتصاص العنقي عادةً في الأسنان المعالجة لبيياً والخاضعة للتبييض، لكن فقط عندما يتم تطبيق تراكيز عالية من بيروكساييد الهيدروجين (30-38%) عند الملتقى المينائي الملاطي مع حرارة على السطوح السنّية المتأذية مسبقاً (Zimmerli, et al, 2010)، حيث تزداد نسبة حدوث الامتصاص في الأسنان التي خضعت للتبييض وتتراوح نسبة الحدوث بين 6-8% (Bonsor, & Pearson, 2012). الشكل (21)



الشكل (21): (A-21) معالجة لبينة لثنية بعد تعرّضها لرض.

(B-21) الحالة بعد سنتين من معالجتها بالتبييض السّيار حيث يُلاحظ حدوث الامتصاص العنقي الجذري.

(Ingle, et al, 2008)

إنَّ آلية التبييض المسببة لأذية النسيج حول السنّية والرباط حول السنّ أو الملاط غير واضحة تماماً، فمن المفترض أن تنتشر المواد الكيميائية المخرشة عبر القنّيات العاجية غير المحمية أو عبر عيوب الملاط وتسبب تموت الملاط، التهاب الرباط حول السنّ ومن ثمّ الامتصاص الجذري، ويمكن تعزيز هذه العملية في حال تطبيق الحرارة أو في حال وجود الجراثيم. يمكن اعتبار العمر والإصابات الرضّية السابقة من العوامل المؤهبة لحدوث الامتصاص العنقي الخارجي للجذر (Berman, & Hargreaves, 2016).

في الدّراسات الأخيرة ارتبط حدوث الامتصاص العنقي للجذر بقصة رضّ سابقة، ولم يُعرف فيما إذا كان الرضّ جعل السنّ ميّالاً لحدوث الامتصاص أو أنّه حدث بتأثيرات التبييض. (Greenwall, et al, 2001)

ولكن عادةً ما يحصل الامتصاص كنتيجة لرضّ الأسنان، حيث ترتبط الشدّة (الخطورة) بنمط الأذية المحدثة، القوّة المشاركة وفيما إذا كان السنّ منزاحاً، منغرساً أو منخلعاً جانبياً. الأذية الشديدة أو التّجفيف الزائد للرباط حول السنّ، أذية الملاط، تلوث الجذر، والفشل في حشوة الجذر أو الجبيرة المناسبة، جميعها تزيد من خطر امتصاص الأسنان المتعرّضة للرّضّ. (Banerjee, & Millar, 2015)

ويوضّح الجدول (4) بعض الدّراسات حول تأثير التبييض على الامتصاص الخارجي للجذر.

Table 16-3 Clinical Reports of External Root Resorption Associated with Hydrogen Peroxide Bleaching

| Authors                             | No. of Cases | Age of Patients | Previous Trauma |    | Heat Applied |    | Barrier Used |    |
|-------------------------------------|--------------|-----------------|-----------------|----|--------------|----|--------------|----|
|                                     |              |                 | Yes             | No | Yes          | No | Yes          | No |
| Harrington and Natkin <sup>34</sup> | 7            | 10–29           | 7               | 0  | 7            | 0  | 0            | 7  |
| Lado et al. <sup>35</sup>           | 1            | 50              | 0               | 1  | 1            | 0  | 0            | 1  |
| Montgomery <sup>36</sup>            | 1            | 21              | 1               | 0  | ?            | ?  | ?            | ?  |
| Shearer <sup>37</sup>               | 1            | ?               | 0               | 1  | 1            | 0  | 0            | 1  |
| Cvek and Lindvall <sup>38</sup>     | 11           | 11–26           | 10              | 1  | 11           | 0  | 0            | 11 |
| Latcham <sup>39</sup>               | 1            | 8               | 1               | 0  | 0            | 1  | 0            | 1  |
| Goon et al. <sup>40</sup>           | 1            | 15              | ?               | ?  | 0            | 1  | 0            | 1  |
| Friedman et al. <sup>41</sup>       | 4            | 18–24           | 0               | 4  | 3            | 1  | 0            | 4  |
| Gimlin and Schindler <sup>42</sup>  | 1            | 13              | 1               | 0  | 1            | 0  | 0            | 1  |
| Al-Nazhan <sup>43</sup>             | 1            | 27              | 0               | 1  | 1            | 0  | 0            | 1  |
| Heithersay et al. <sup>44</sup>     | 4            | 10–20           | 4               | 0  | 4            | 0  | 0            | 4  |

الجدول (4):تأثير التبييض على الامتصاص الخارجي للجذر.

(Ingle, et al, 2008)

تعدّ الحساسية السنّية للتغيّرات الحرارية من التأثيرات السريّة السلبية شائعة الملاحظة خلال أو بعد التبييض الخارجي للأسنان الحيّة، بمعدّل حدوث يصل حتّى 50%. عادةً ما تكون الحساسية السنّية بسيطةً لمعتدلة وعابرةً، وتحدث عادةً خلال المراحل الباكّة من المعالجة وتستمرّ لمدة يومين أو ثلاثة.

(Berman, & Hargreaves, 2016)

لذلك فعند فحص الأوّلي للمريض يجب ملاحظة نقص سطح السنّ المسبّب بالتآكل الحمضي لأنّ الأسنان قد تكون حسّاسةً وتصبح أكثر حساسيّةً عند التبييض. وفي المقابل، نادراً ما يسبّب اهتراء الأسنان بسبب السّحل مشاكلًا عند التبييض. (Kelleher, 2008)

من المتعارف عليه القيام بالتقلّح قبل البدء بإجراءات التبييض، ولكن لوحظ بأنّ المرضى الذين اختبروا حساسيّةً سنّيةً بعد التقلّح كانوا أكثر عرضةً للحساسية أو التأثيرات الجانبية الأخرى خلال التبييض. لذلك يُنصح بالانتظار فترة أسبوعين بعد التقلّح وقبل البدء بإجراءات التبييض. (Greenwall, et al, 2001)

سبّب استخدام بيروكساييد الهيدروجين 6% حساسيّةً سنّيةً أقلّ مقارنةً بالتراكيز العالية 35% ولكنه أنقص فعاليّة التبييض وذلك عند التبييض في العيادة (Bortolatto et al, 2016)، بينما تراوحت نسبة حدوث الحساسية السنّية بين 15-65% وذلك عند استخدام بيروكساييد الكارباميد 10% وكانت الحساسية السنّية بسيطةً وعابرةً. لذلك يعدّ التبييض باستخدام بيروكساييد الكارباميد 10% آمناً وفعالاً إذا تمّ تحت إشراف الطّبيب.

(Albanai et al, 2015)

كما تبيّن عدم وجود ارتباطٍ بين تصميم صفيحة التبييض والحساسية السنّية حيث لم تنقص الحساسية السنّية عند تطويل حواف الصفيحة (Morgan et al, 2015)

بالنسبة للحساسية السنّية المترافقة مع التبييض في العيادة، فقد تبيّن بأنّ التبييض لمدة 15 دقيقةً وبجلسةٍ واحدةٍ فقط أدّى إلى إنقاص الحساسية السنّية ولكنه في المقابل أنقص فعاليّة التبييض، ولكنّ التبييض لمدة 15 دقيقةً ولجلستين بفاصل أسبوعٍ بينهما سبّب فعاليّة تبييضٍ مشابهةً لتلك التي استمرّت لثلاث جلساتٍ ولكنها بحساسيةٍ سنّيةٍ أقلّ. (Kose et al, 2015)

بينما وجد Reis أنه يجب استخدام بيروكسايد الهيدروجين 35% عند التبييض في العيادة لمدة 15 دقيقة ثلاث مرّات بسبب محاسن هذه الطريقة من تسريع التبييض و إنقاص الحساسية السنّية مقارنةً مع تطبيقه لمرة واحدة لمدة 45 دقيقة. (Reis et al, 2011)

سجّل حوالي 26.7% من المرضى حساسيةً مع تركيز 35%، بينما سجّل حوالي 16.7% من المرضى حساسيةً مع تركيز 20%. أظهر كلّ من التّركيزين حساسيةً سنّيةً مشابهةً، ولكن أنتج عامل التبييض ذو تركيز 35% تبييضاً أسرع. عامل التبييض الذي تمّ استخدامه كان Whiteness HP Blue، لذلك فإن هذه النتائج لا يمكن استخدامها مع عوامل التبييض الأخرى في العيادة ذات التركيز 35%. (Reis et al, 2013)

وبالتالي تعتمد درجة الخطر على نوعيّة هلام التبييض، التقنيّة المستخدمة وردّ فعل الفرد تجاه إجراءات التبييض (Li & Greenwall 2013)، كما تمّ تسجيل حدوث الحساسية بشكلٍ أكثر شيوعاً في الفكّ السفلي منها في الفكّ العلويّ غالباً بسبب الحجم الأصغر لتيجان الأسنان (Bonsor, & Pearson, 2012)، حيث يمكن أن تؤدّي الألباب الكبيرة عند الأطفال إلى حساسيةٍ أكبر عند إجراء التبييض في العيادة. لذلك يجب أخذ الحيطة بشكلٍ خاصّ لتجنّب إزعاج (تخريش) اللّب بما في ذلك عدم استخدام الحرارة.

أمّا عند المتقدّمين في العمر فعادةً لا تحدث الحساسية السنّية أو قد تحدث بشكلٍ بسيطٍ عند المرضى المتقدّمين في العمر أثناء إجراءات التبييض، وهذا يعني أنّه بالإمكان استخدام الأكسدة الضوئية أو الحرارة عند اختيار طريقة التبييض. يمكن للمرضى المتقدّمين في العمر تحمّل حرارةٍ أكبر عند استخدام ضوء التبييض أو حتّى الليزر، وهذا ما يعطي نتيجةً أسرع. (Goldstein, 2014)

وبالعكس لم يجد Perra و Nathanson أيّة فروقاتٍ ملحوظةٍ في الحساسية السنّية المسجّلة من قبل المرضى اليافعين مقارنةً مع المرضى المتقدّمين في العمر، لذا يمكن أن لا يكون حجم اللّب عاملاً في الحساسية السنّية. (Hilton, et al, 2013)

وفي دراسةٍ أخرى، تمّ استخدام التبييض المنزلي فيها، لم يجد Leonard و Bently ما يمكن أن يساعد في توقّع حدوث الحساسية سوى تاريخٍ سابقٍ بالحساسية أو تطبيق التبييض أكثر من مرة في اليوم. (Hilton, et al, 2013)

وبالتالي يبدو أن تطوير الحساسية السنّية لم يكن مرتبطاً بعمر المريض، جنسه، التّرميمات المعيبة، سحل المينا-الملاط أو معالجة القوس السنّية (القوس السنّية المعالجة); ومع ذلك ازدادت الخطورة عند المرضى الذين غيروا هلام التّبييض أكثر من مرّة باليوم. (Li & Greenwall 2013)

أما Bonafe وزملاؤه فقد وجدوا أنّ تبييض الأسنان في العيادة باستخدام بيروكسايد الهيدروجين 35% كان فعالاً للمرضى ذوي الأسنان الحاوية على ترميمات، ولكنّه ترافق بدرجة أعلى من الحساسية السنّية لهؤلاء المرضى خاصّة في الرّباعيّات العلويّة. (Bonafe et al, 2013)

وجدت إحدى الدّراسات نتائجاً متماثلةً في فعالية التّبييض والحساسية السنّية وذلك عند استخدام التّبييض المنزليّ (بيروكسايد الكارباميد 15%) والتّبييض الفعّال أو القويّ (بيروكسايد الهيدروجين 38%).

(Moghadam et al, 2013)

كما وجدت دراسةً أخرى نتائجاً متماثلةً في فعالية التّبييض والحساسية السنّية وذلك عند التّبييض في العيادة باستخدام بيروكسايد الهيدروجين 35% مقارنةً باستخدام بيروكسايد الهيدروجين 38%، ولكنها وجدت فروقاً ملحوظةً وذلك عند استخدام التّبييض المنزليّ، حيث ازدادت الحساسية السنّية عند المرضى الذين استخدموا بيروكسايد الكارباميد 20% مقارنةً بالمرضى الذين استخدموا بيروكسايد الكارباميد بتركيز 10%.

(Basting et al, 2012)

ومن جهةٍ أخرى، فقد لوحظت زيادةً في حساسية الأسنان مع تقنية التّبييض في العيادة مباشرةً بعد التّبييض مقارنةً مع تقنية التّبييض المنزليّ، ولم يؤثر استخدام مصدرٍ ضوئيّ في تقنية التّبييض في العيادة على معدّل التّبييض، أو على شدة حساسية الأسنان، أو على ديمومة تأثير التّبييض (Bernardon et al 2010)

بالإضافة إلى ذلك، لم يعاني 70% من المرضى الذين خضعوا لإجراءات التّبييض في العيادة باستخدام ليزر الأرغون من الحساسية السنّية بينما عانى 30% من حساسية سنّية بسيطة استمرّت ليومٍ واحدٍ فقط.

.(De Freitas, & Simoes, 2015)

وبالعكس، فقد وجد He وزملاؤه بأنّ الضّوء يزيد من خطر حساسيّة الأسنان خلال التّبييض في العيادة، كما وجدوا أنّ الضّوء لم يحسّن تأثير التّبييض عندما تمّ استخدام تراكيزاً عاليةً من بيروكساييد الهيدروجين 25-35%. لذلك نُصح بتجنّب استخدام أنظمة تنشيط الضّوء أو استخدامها بحذرٍ شديدٍ. (He et al, 2012)

#### 6-5-1 تدبير الحساسية السنّية (Management Of Tooth Sensitivity):

##### 6-5-1-1 التدبير الموضعيّ للحساسية السنّية:

فيما يتعلّق بمعالجة الحساسية السنّية فقد اقترح بعض الباحثين استخدام بعض مركّبات التّبييض التي تحوي مواداً كيميائيّة مضادّة للحساسية، كما نصّح بعضهم بتطبيق عوامل مضادّة للحساسية (مثل معاجين الأسنان المضادّة للحساسية وغسولات الفم الحاوية على نترات البوتاسيوم أو فلورايد الصّوديوم المحايد) بالتناوب مع مواد التّبييض الكيميائيّة في محاولةٍ لتخفيض الحساسية. (Bonsor, & Pearson, 2012).

إلا أنّ ذلك سيؤدّي إلى زيادة الوقت المطلوب للوصول إلى درجة البياض المرغوبة. (Hilton, et al, 2013)

كما تمّ اقتراح استخدام فوسفات الكالسيوم الغير بللورية (الغير منتظمة) لمنع حدوث الحساسية السنّية

(Taha, & Clarkson, 2014 )

يعدّ معجون الأسنان الحاوي على نترات البوتاسيوم 5% أكثر فعاليّة في إنقاص الحساسية من أيّ معجون أسنان آخر (Kelleher, 2008)، بينما وجد Bernardo أنّ استخدام عامل التّبييض بيروكساييد الكارباميد 15% الحاوي على 3% أوكسالات الصّوديوم سبّب حساسيّة سنّية أقلّ من ذلك الحاوي على نترات البوتاسيوم. (Bernardon et al, 2016)

وفي دراسةٍ أخرى تبين أنّ استخدام معجون فوسفات الكالسيوم النانومترية الحاوي على نترات البوتاسيوم، الفلور، وفوسفات الكالسيوم قبل إجراءات التّبييض في العيادة أنقصت الحساسية السنّية الناتجة عن التّبييض في العيادة خلال ال 48 ساعة التّالية لجلسة التّبييض. (Loguercio et al, 2015).

##### 6-5-2 التدبير الدوائيّ للحساسية السنّية:

في دراسةٍ تمّ فيها تطبيق الديكساميثازون (8 ملغ) قبل ساعةٍ من التّبييض في العيادة باستخدام بيروكساييد الهيدروجين 35% تمّ تمّ تطبيق 4 ملغ كل 6 ساعات لمدة 48 ساعة، تبين أنّ استخدام مضاد الالتهاب

الستيروئيدي (الديكساميثازون) قبل التبييض لم يكن قادراً على إنقاص خطر وشدة الحساسية السنّية الناتجة عن تبييض الأسنان. (Rezende et al, 2016)

تبين أنّ الايبوبروفن المضاد للالتهاب لم يكن قادراً على تجنب الحساسية السنّية ولكنه أنقص شدتها لمدة ساعة واحدة بعد اجراءات التبييض في العيادة. (Paula et al 2013)

#### 3-1-5-6 التدبير الغذائيّ للحساسية السنّية:

في دراسة سريريّة لتقييم إذا كان التّعرّض للقهوة خلال عمليّة التّبييض المنزليّ باستخدام بيروكسايد الكارباميد 16% تؤثر على درجة التّبييض والحساسية السنّية، تبين أنّ استهلاك القهوة خلال التّبييض لا يؤثّر على فعاليّة التّبييض أو على الحساسية السنّية. (Rezende et al, 2013)

بينما وجدت دراسة أخرى، أنّ استخدام العلكة الخالية من السّكر مع أو بدون (CPP-ACP) يمكن أن ينقص من شدة الحساسية السنّية المرتبطة بإجراءات التّبييض في العيادة. والجدير بالذكر بأنّ ما يسمى Recaldent أو (CPP-ACP) هو ناقل فعّال لشوارد الكالسيوم والفوسفات. عندما يدخل إلى الحفرة الفمويّة، يرتبط CPP بسرعة مع اللّويحة الحيويّة والنّسج الفمويّة المحيطة ممّا يسبّب ارتفاع تراكيز الكالسيوم والفوسفات على سطح السنّ وبالتالي يؤثّر على إعادة التّمعدن ( Tang & Millar 2010 )

وبشكل عامّ، يمكن تخفيض ساعات التّبييض عند المرضى ذو الحساسية المستمرة إلى ساعتين فقط في اليوم، عوضاً عن استخدامه خلال فترة اللّيل المعتادة، أو يمكن القيام بإيقاف التّبييض لمدة يوم أو يومين ويُنصح بتطبيقه كلّ يومين أو ثلاثة. كما يمكن تجنب الفواكه والمشروبات الحامضيّة لأنّها تسبّب الحساسية كما هو معروف. (Kelleher, 2008)

## 6-6-1 عند التّبييض المنزلي:

يعتبر تخريش النّسج الفمويّة الرّخوة تأثيراً شائعاً حيث يحدث في 33% من الحالات. يرتبط غالباً بالتّبييض المنزليّ أو الدّائيّ، ويحدث عادةً بسبب تطبيق كمّيّة كبيرة من عامل التّبييض ضمن صفيحة التّبييض ممّا يسبّب تماس هلام التّبييض مع النّسج. (Bonsor, & Pearson, 2012)

كما قد يشتكى المرضى من ألم في اللّثة بعد أيّام قليلة من وضع صفائح التّبييض. لذلك من المهم التّأكد من الانطباق الجيّد للصفائح وعدم اصطدامها باللّثة (Greenwall, et al, 2001) (Banerjee, & Millar, 2015)، بالإضافة إلى ذلك تبين أنّ خطر التّخريش اللّثوي يرتبط بتركيز  $H_2O_2$  وتماسه مع اللّثة (Ingle, et al, 2008)، وبالتالي يمكننا حصر الأسباب المحتملة لتخريش المخاطيّة الفمويّة، بالتّداخل الميكانيكيّ مع صفيحة التّبييض، التّخريش الكيميائيّ من قبل عامل التّبييض الفعّال، وردّ الفعل التّحسّسيّ تجاه مكوّنات الهلام. في معظم الحالات تبين أنّ تعديل وتنعيم الصّفيحة سيكون كافياً. ولكن، في حال استمرّ تخريش النّسج، عندها يجب التّوقف عن متابعة العلاج. (Ingle, et al, 2008)

قبل التّبييض المنزليّ وعند فحص الأوليّ للمريض يجب الانتباه فيما إذا كانت النّسج حول السنّيّة من النّمط الرقيق أو الثّخين، وفي كلا الحالتين لم تسجّل أيّ من الدّراسات المنشورة عن استخدام بيروكساييد الكارباميد بتركيز 10% أيّة تأثيرات جانبية على النّسج الرّخوة حتّى هذه اللّحظة. (Kelleher, 2008)

وعندما حدث أذى بسيط عابر على اللّثة، كان السّبب الرئيسيّ لهذا التّخريش هو الطّابع ضعيف الانطباق. يتمّ حلّ هذه المشكلة في العادة بتشذيب الطّابع بشكلٍ مناسبٍ. (Li & Greenwall 2013)

عندما يتمّ الفحص على المستوى الخلويّ، فإنّ هذه التّأثيرات على النّسج الرّخوة هي أقلّ أو مساوية لتلك التّأثيرات المنتجة من العلاجات السنّيّة المقبولة الشّائعة مثل الأوجينول واسمنتات الحشي اللّبيّة (السيرات). ترتبط السّميّة والطّفرات الوراثيّة لبيروكساييد الهيدروجين بالجرعة، ولا تعتبر التّراكيز المستخدمة في تقنيّات التّبييض المنزليّ مصدر قلقٍ إذ تسمح الجرعة المنخفضة لبيروكساييد الهيدروجين أو الكارباميد لفترة طويلة لخلايا النّسج الفمويّة بالتّأقلم حتّى لو ازدادت فوق الجرعة المحتملة الأصليّة. في التّاريخ الطّويل لهذه المواد التي تتضمّن التّماس مع النّسج في المرضى الذين يتراوح أعمارهم من الأطفال حتى كبار السنّ لم تظهر أيّ مشكلة.

(Hilton, et al, 2013)

#### 2-6-6 عند التبييض في العيادة:

يمكن لتبييض الأسنان الأكثر قوة في العيادة (بيروكسايد الهيدروجين 30-35%) أن يُنتج حروقاً في النسيج الرخوة، محوّلًا إيّاها إلى اللون الأبيض. بشكل عام، إنّ حروق اللثة هي حروق قابلة للعكس بدون عواقب طويلة الأمد إذا كان التعرض لمادة التبييض محدوداً من حيث الوقت والكمية. (Alqahtani 2014)

يحدث التّخريش اللثوي المرتبط بالتبييض في العيادة في الغالب نتيجة فشل الواقي اللثوي أو تسربه، حيث يجب على الحاجر المصلّب ضوئياً أن يُغطّي كافة السطوح اللثوية الدهليزية ولا يجب أن تظهر اللثة الزهرية، وعلى الطبيب فحص الحاجر للتّحري عن أي أثرٍ للتسرب والذي يظهر من خلال فقاعات الهواء.

(Li & Greenwall 2013) الشكل (22)



الشكل (22): حروق في اللثة بعد التبييض في العيادة.

(De Freitas & Simoes, 2015)

قد يكون المريض أول من يلاحظ وخزاً أو حرقاً باللثة خلال عملية التبييض، لذلك يجب سؤال المريض باستمرار خلال إجراءات التبييض للتأكد في حال حصل ذلك. وتعتبر الحروق اللثوية شائعة حيث تشفى بسرعة وتختفي بعد عدّة دقائق وهي على الأغلب لا تسبب أذى دائماً. (Freedman, et al, 2012)

بينما تتطلب المنطقة المؤلمة فترة أسبوعٍ لعشرة أيامٍ للشفاء، ولكن لا يشكّل التندّب في العادة مشكلةً، حيث تكون القرحة سطحيةً. (Kelleher, 2008)

عندما يتم الكشف عن حرق في النسيج، يتم العلاج بالغسل بالماء الغزير حتى يخفّ الالتهاب.

(Berman, & Hargreaves, 2016)

في الحالات الأكثر شدةً، فإنّ المخدّر الموضعيّ، الحركة المحدودة والعناية الفمويّة الجيدة ستساعد في عمليّة الشفاء. يمكن تطبيق فيتامين E على سطح التقرّح الكيميائيّ لمساعدة شفاء هذه المنطقة. بالإضافة إلى ذلك، فإنّ موضع الضّوء لا يجب أن يكون قريباً من الشّفاء لمنع الحروق، كما أنّ وضع ضوء التّبييض مباشرةً على المُبعد، يمكن أن يُسبّب ضغط المُبعد على الشّفة السّفليّة ممّا يُسبّب حرقاً في النّسج. (Li & Greenwall 2013)

كما تبيّن بأنّ التّطبيق الموضعيّ لفيتامين E على اللّثة قبل التّبييض في العيادة قد يكون مفيداً لمنع تخريش النّسج اللّثويّة نتيجة تماسها مع عوامل التّبييض (Furukawa et al, 2015)، كذلك قد يمنع تطبيق مرهمٍ واقٍ مثل الفازلين وزبدة الكاكاو معظم هذه الاختلاطات (Ingle, et al, 2008)، حيث يمكن للتّطبيب وتطبيق مرهمٍ مطهّرٍ مثل (orabase B , Colgate oral Pharmaceutical) أن يعيد بسرعة اللون للنسيج، ممّا يطمئن المريض بأنّ هذه المشكلة ليست دائمةً. وعلى الرّغم من ذلك فإنّها تسبّب عدم ارتياحٍ مؤقتٍ وبعض الهلع عند رؤيتها للمرّة الأولى، لذلك من الهامّ حماية النّسج الرّخوة بالحاجز المطاطيّ أو بوسائل أخرى لتجنّب حروق النّسج. (Hilton, et al, 2013)

فحص Hanning وزملاؤه مشعر التّزف عند المرضى الخاضعين لنظامي تبييض مختلفين ووجدوا انخفاضاً ملحوظاً لكلا المجموعتين خلال التّبييض. (Hannig et al, 2007)

كما قيّم Leonard وزملاؤه التّغيّرات في المشعر اللّثوي للمرضى الخاضعين للتّبييض بتركيزٍ مختلفةٍ من بيروكساييد الكارباميد وبيروكساييد الهيدروجين ولم يجدوا أيّة فروقٍ ملحوظةٍ بعد التّبييض.

(Leonard et al, 2007)

في حين وجدت إحدى الدّراسات التي تناولت تأثير أنظمة التّبييض على اللّثة ومستويات (IL-1b) و (IL-10)<sup>(4)</sup> في السّائل الميزابيّ اللّثوي، أنّ أنظمة التّبييض المنزليّة والمنشّطة كيميائيّاً أكثر أماناً في تبييض الأسنان والمحافظة على الصّحة اللّثويّة عند مقارنتها بأنظمة التّبييض المحفّزة بالضّوء، والتي قد تؤدّي إلى زيادة في التأثير المحفّز للالتهاب في سيتوكين (IL-1b) . (Firat et al, 2011)

<sup>(4)</sup>(IL-10) هو سيتوكين مضاد للالتهاب، بينما (IL-1b) هو سيتوكين محفّز للالتهاب يزداد تركيزه في حالات التهاب اللّثة.

وفي دراسةٍ لتأثير عوامل التبييض على النّسج الرّخوة، تبين أنّ جميع عوامل التبييض أحدثت تغيّراتٍ في شكل النّسج، حيث سبّبت تكاثر الخلايا القاعدية المتقرّنة كما سبّبت الموت الخلوي المبرمج في كل الطبقات الظّهاريّة. بالإضافة إلى ذلك أحدثت عوامل التبييض تغيّراتٍ في التعبير عن السيتوكينات المرتبطة بالالتهاب.

(Firat et al,2011)

وتوافقت هذه النتائج مع دراسة Gutiérrez وزملائه، حيث تبين أنّ بيروكسايد الهيدروجين قد سبّب تغيّراتٍ شكليةً عديدةً في النّسج مثل تكثّف الكروماتين وتشظّي النّواة، وتعتبر هذه التغيّرات من علامات الموت الخلوي المبرمج، لذلك يمكننا القول بأنّ لبيروكسايد الهيدروجين القدرة على تحفيز المرت الخلوي المبرمج للخلايا المصوّرة للليف. (Gutiérrez, et al, 2015)

وفي دراسةٍ أخرى لتقييم تأثير بيروكسايد الهيدروجين على الخلايا اللثوية المصوّرة للليف المستزرعة، تبين أنّ معدّلات البقاء لهذه الخلايا تتناقص مع زيادة تركيز بيروكسايد الهيدروجين والتي تصبح ملحوظةً بتركيز  $1.5 \times 10^{-3}\%$  (Furukawa et al, 2015).

ازداد القلق حول سلامة تبييض الأسنان مع الازدياد المتسارع لاستخدام التبييض المنزلي. تولّد مصدر القلق الأساسي حول تبييض الأسنان من السميّة المعروفة لـ  $H_2O_2$ ، خاصّة قدرته على إنتاج الجذور الحرّة، بما فيها جذور الهيدروكسيل. أشارت الدّراسات إلى أنّ التفاعلات المؤكسدة للجذور الحرّة مع البروتينات، الشّحوم والحموض النوويّة وما يترتّب عليها من الأذى الإمبراضية المحتملة، يمكن أن يرتبط بالتقدّم بالعمر، السكتات الدماغيّة وغيرها من الأمراض التّكسيّة. ويُعتقد أنّ تفاعلات الأكسدة والضرر الحادث في الخلايا من قبل الجذور الحرّة هو الآليّة الرئيسيّة المسؤولة عن سميّة  $H_2O_2$  الملاحظة. (Li & Greenwall 2013)

#### 6-7-1 الاضطرابات الإطباقية (occlusal disorders):

قد تكون المشاكل الإطباقية المرتبطة بصفائح التبييض المنزليّة ميكانيكيّة أو نفسيّة. من وجهة نظر إطباقية، يمكن أن يُطبق المريض على الأسنان الخلفيّة فقط عوضاً من إطباقه على جميع الأسنان في وقت واحد، لذلك فإنّ إزالة الأسنان الخلفيّة من الصّفحة حتّى تتماس جميع الأسنان يصحّح هذه المشكلة. ومن وجهة نظر نفسيّة، إذا اختبر المريض ألماً في المفصل الفكّي الصدغي، يمكن إزالة الأسنان الخلفيّة من صفيحة التبييض حتّى يبقى دليل الارشاد الأمامي فقط. (Ingle, et al, 2008)

لا يوجد تقارير حول شكوى المرضى الذين يخضعون للتبييض باستخدام صفائح التبييض المنزليّة من اضطرابات في المفصل الفكّي الصدغيّ خلال اجراءات التبييض. في الحقيقة، قد يختبر بعض مرضى اضطرابات المفصل الفكّي الصدغي ارتياحاً من الأعراض التي يعانون منها نظراً لطراوة صفيحة التبييض التي تعمل كوسادة طريّة لتخفيف اضطرابات المفصل الفكّي الصدغي. (Kelleher, 2008).

قد يحتاج مرضى الصّرير لتعديل ساعات وضع صفيحة التبييض وإنقاص زمن الاستخدام، وقد يضطر بعضهم لارتداء الصّفحة خلال ساعات الاستيقاظ فقط. كما يمكن أن تُستخدم أيضاً صفيحة مصممة خصيصاً لتغطّي السطوح الدهليزيّة للأسنان فقط. (Hilton, et al, 2013)

لذلك لا يوجد سبب لتجنّب الصّفائح المغطيّة للإطباق عند المرضى الذين يعانون من اضطرابات في المفصل الفكّي الصدغي، ولكن من الحكمة تحذير هؤلاء المرضى من أنّهم قد يعانون من انزعاج بسيط.

(Kelleher, 2008).

### 6-7-2 تغيير حس التذوق (Altered Taste Sensation):

سجل بعض المرضى إحساساً بطعم معدني حيث يسبب التأثير المؤكسد القوي للعناصر الفعالة تغيرات في المخاطية وقد تؤثر على مخاطية اللسان مغيرة إحساس التذوق لفترة قصيرة من الوقت، وقد ترتبط أيضاً بالتفاعل بين الترميمات والعنصر المؤكسد. (Bonsor, & Pearson, 2012) وهذا ما يُشاهد بشكل شائع عند إزالة صفيحة التبييض في الصباح بعد التبييض الليلي، ولكن عادةً ما يزول الطعم خلال عدة ساعات.

(Garg, & Garg, 2015). تزود العديد من منتجات التبييض بنكهات، والتعرض لعدة نكهات مختلفة قد يؤثر على القدرة على تذوق الأطعمة الأخرى. (Bonsor, & Pearson, 2012)

### 6-7-3 التأثير على الجهاز الهضمي (The Effects On The Digestive System):

هناك قلق أكبر حول التأثيرات السلبية المحتملة لعوامل التبييض المنزلية بالرغم من أن تركيزها أقل بكثير من عوامل التبييض في العيادة لأن الأخيرة مسيطر عليها من قبل طبيب الأسنان. (Alqahtani, 2014) يمكن للابتلاع غير المتعمد لكميات كبيرة من الهلام أن تكون سامة وتسبب تخریشاً في المخاطية التنفسية والهضمية (Ingle, et al, 2008)، حيث سجلت بعض حالات تخریش في المخاطية المعدية المعوية بالإضافة إلى حروق في قبة الحنك والحنجرة، وانزعاجات بسيطة في المعدة والأمعاء. (Alqahtani, 2014)

وهذا ما توافق مع نتائج Paula وزملائها حيث تم دراسة تأثير مركبات التبييض على المخاطية المعوية وتم ملاحظة علامات لسمية عابرة بعد 3 أو 4 أيام من تطبيق بيروكساييد الهيدروجين 6%

(Paula et al, 2015)، كما سجلت إحدى الحالات تأثيراً مسهلاً بسبب الأساس الغليسيريني عندما كان المركب المستخدم OTC Gly-Oxide. (Greenwall, et al, 2001)

يُعتبر هلام التبييض الحاوي على الكاربابول، الذي يثبط معدل تحرر الأوكسجين من البيروكساييد، أكثر سمية. لذلك من المنصوح به الانتباه بدقة لأي تأثير جهازي جانبي والتوقف عن المعالجة مباشرة في حال حدوثه. (Ingle, et al, 2008)

بالإضافة إلى ذلك، فقد يحدث التهيج المعوي بسبب تحرر كمية كبيرة من الغازات والنزف المعوي، ومن الجدير بالذكر بأن هضم كميات كبيرة من بيروكساييد الكارباميد وبيروكساييد الهيدروجين يمكن أن يكون قاتلاً لذلك يجب أن تحفظ هذه المركبات بعيداً عن تناول الأطفال. (Bonsor, & Pearson, 2012).

لا تسبب المستويات المنخفضة من بيروكسايد الهيدروجين مشاكلًا حقيقيةً. في الواقع تم الموافقة على بيروكسايد الهيدروجين كمركب آمن للاستخدام كمتعم غذائي للبشر، حيث اعترفت منظمة الغذاء والدواء ببيروكسايد الهيدروجين 3% و بيروكسايد الكارباميد 10% حتى 15% كمركب آمن للاستخدام العام (GRAS) الفموي. حيث يستخدم بيروكسايد الكارباميد أيضاً لعلاج المبيضات البيض عند الأطفال حديثي الولادة.

(Hilton, et al, 2013)

#### 6-7-4 التأثير على الجلد (Dermal Effects):

تعتبر مركبات البيروكسايد ذات سمية جلدية منخفضة، فليس هناك دليل في الأدب الطبي المتوفر على أن بيروكسايد الهيدروجين يسبب حساسية في الجلد عند البشر، وبالعكس فقد سجلت نتائج إيجابية محدودة لاختبارات البقعة (التحسس). (Kelleher, 2008).

كما وجد Fabbrocini و Panariello أن التطبيق الموضعي لبيروكسايد الهيدروجين بتركيز 3% كان آمناً وفعالاً في معالجة حب الشباب البسيط والمتوسط. (Fabbrocini & Panariello 2016)

أما في حال إصابة العين، فيجب غسل العين المتأثرة مباشرة بالماء أو بالمحلول الملحي 0.9% ولمدة 10-15 دقيقة. ويمكن استخدام قطرة للتخدير الموضعي لتقليل الإزعاج وللمساعدة بالتعقيم. (Attin et al, 2004)

#### 6-7-5 التأثير على جهاز الدوران الدموي (Effects On The Blood Circulatory System):

تعد الأغشية البيولوجية قابلة للاختراق من قبل بيروكسايد الهيدروجين، حيث يحمل بيروكسايد الهيدروجين بسهولة من قبل خلايا المخاطية الفموية ولكنه في الوقت نفسه ينحل بسرعة. لا يمكن التأكد إلى أي مدى يمكن لبيروكسايد الهيدروجين أن يدخل إلى جهاز الدوران (المجرى الدموي)، آخذين بعين الاعتبار الكميات المتغيرة من بيروكسايد الهيدروجين الموجودة بالأصل. ينحل بيروكسايد الهيدروجين بسرعة من قبل كريات الدم الحمراء. (Kelleher, 2008).

#### 6-7-6 التأثيرات الوراثية (Mutagenic Effects):

ربط بعض الباحثون بين التبييض المنزلي وازدياد خطر حدوث التغيرات النووية سواء في الحفرة الفموية أو في أي مكان آخر. قد تُعزى آلية الحدوث هذه إلى أن بيروكسايد الهيدروجين قد يعزز تغير الطفرات الجينية حيث وجد أنه ذو سمية جينية في الدراسات المخبرية ولكن ليس في الدراسات السريرية. استخدمت الدراسات التجريبية التي توصلت إلى هذه النتائج تراكيزاً عالية من مواد التبييض لذلك فإنها تعتبر قليلة الأهمية باعتبار أن تراكيز

بيروكسايد الهيدروجين المستخدمة في التبييض منخفضة، ومع التطبيق قليل الأمد ومدة الاستخدام القصيرة فإنّ الخطر يصبح قليلاً، حتّى مع المرضى المدخّنين أو الذين يشربون الكحول حيث يُعتبر كلاهما من عوامل الخطورة لحدوث السرطانات الفمويّة. (Bonsor, & Pearson, 2012).

بالرغم من أنّ التراكيز العالية جدّاً لبعض أشكال البيروكسايد تسبّب الطّفرات، فإنّ الآليّة الفيزيولوجيّة ترمّم بسرعةٍ أيّ أذىٍ محدودٍ يمكن أن يحدث. (Hilton, et al, 2013)

في دراسةٍ لتقييم السّميّة الخلويّة والسّميّة الجينيّة لعدّة عوامل تبييضٍ مختلفةٍ، لم يظهر بيروكسايد الكارباميد أيّ أثرٍ للسّميّة الخلويّة، في حين أظهر بيروكسايد الهيدروجين وكربونات الصوديوم سميّةً خلويّةً أكبر من بربورات الصوديوم، حيث اعتمدت السّميّة الخلويّة على الجرعة. (Fernández, et al, 2010)

وهذا ما أكّده Pligina وزملاؤه حيث كان لبيروكسايد الهيدروجين بتركيز 0.03 إلى 30 mM تأثيراً سمياً وراثياً على خلايا HeLa المعزولة مخبرياً. واستطاع الكاتالاز حماية الخلايا ضدّ المنتجات الحاوية على بيروكسايد الهيدروجين ولم يكن له أيّ تأثيرٍ على السّميّة الوراثيّة للعينات التي تحتوي على بيروكسايد الكارباميد.

(Pligina, et al, 2012)

وتشير هذه النتائج إلى أنّ عوامل تبييض الأسنان قد تكون أحد العوامل التي تزيد من مستوى أذية ال DNA. كما تسبّب التراكيز العالية من بيروكسايد الهيدروجين آثاراً ضارّةً في الجينوم. (Ribeiro, et al, 2006)

ومن جهةٍ أخرى، لم تتأثر فعاليّة التبييض بعادة التدخين، بالإضافة إلى ذلك لم يسبّب استخدام التبييض المنزليّ أذيةً ل DNA النّسج اللّثويّة خلال فترة التبييض. (De Geus, et al, 2015)

ازداد الطلب في الآونة الأخيرة على تبييض الأسنان باعتباره إجراءً تجميليًا يحسّن من جاذبيّة الفرد ويعزّز ثقته بنفسه، ممّا أثار التساؤل حول فعاليّة وأمان المواد المستخدمة.

تطوّرت مواد تبييض الأسنان عبر التاريخ من مواد شديدة السّميّة ارتبطت بالبدع الطّبيّة إلى موادٍ أكثر أماناً تمّ إجراء العديد من الدّراسات والأبحاث عليها.

ونتيجةً لتنوّع طرق التّبييض التي شملت التّبييض المنزليّ والتّبييض في العيادة والتّبييض المنشط ضوئيّاً وحراريّاً فإنّه من مسؤوليّة الطّبيب تحديد الطّريقة الأنجع للتّبييض من خلال معرفة سبب التّصبّغات ودرجة التّحسّن المتوقّعة، ويجب طمأنة المريض بأنّ التّبييض لا يزيل طبقة المينا ولا يخلّ آليّة حدوثة تعتمد على أكسدة المواد العضويّة وتحطيم الجزيئات المتلوّنة إلى جزيئات أبسط وأفتح لوناً.

بالرّغم من ازدياد الاهتمام بالمسائل التي تتعلّق بالسلامة نتيجة الأبحاث والقوانين إلّا أنّه ما زالت هنالك أمورٌ جدليّة تتعلّق بسلامة استخدام منتجات التّبييض، ولذلك فإنّه من واجب الطّبيب إخبار المريض بهذه التّأثيرات الجانبيّة، حيث لا يمكننا إنكار حقيقة الجدل المتعلّق بتحرّر الرّزّيق نتيجة التّبييض والتّغيّرات البنيويّة المجهريّة في سطوح ترميمات الأملغم، ولحلّ هذه المشكلة تمّ اقتراح تلميع ترميمات الأملغم قبل الشّروع بتبييض الأسنان، وهذا ما يطرح مزيداً من الأسئلة حول كمّيّة الرّزّيق المتحرّر نتيجة تلميع هذه التّرميمات.

أمّا بالنسبة لتأثير التّبييض على الرّاتنجات المركّبة وازدياد الخشونة والقساوة المجهريّة والتّسرّب الحفافي في بعض الدّراسات ونقصانها في دراساتٍ أخرى، فيمكننا طمأنة المرضى بأنّ هذه التّأثيرات إن حدثت فهي تأثيراتٍ ردودّة ولن تسبّب أيّة مشاكل سريريّة لهم.

قد يكون التّأثير الأكثر ملاحظةً هو تفتيح الأسنان بشكلٍ كافٍ حتّى تبدو التّرميمات السّابقة أغمق لوناً ممّا يطرح التساؤل حول استبدال هذه التّرميمات، كما يُنصح بتأخير تطبيق الرّاتنجات المركّبة لمُدّة أسبوعين بسبب تناقص قوى الارتباط.

أمّا بالنسبة للتّأثير على المينا فإنّ الخسارة في المحتوى المعدني لا يشكّل خطراً كبيراً بسبب توقّر الآليّات الفعّالة لإعادة التّمعّد بسرعة في الحفرة الفمويّة، كما لا يوجد أيّ تأثيرٍ غير ردودٍ على اللّب، ولكنّ التّأثير الأكثر خطورةً هو حدوث الامتصاص العنقيّ الجذريّ بعد التّبييض وهو عادةً ما يرتبط بقصّة رضّ سابقة.

بالإضافة إلى ذلك يمكننا حصر الأسباب المتعلقة بأذية النسيج الرخوة بالإزعاج الناتج عن حواف صفيحة التبييض حيث يكفي تنعيمها لزوال التخريش أو بتسرب مادة التبييض نتيجة فشل الواقي اللثوي العازل في العيادة، وعندها يجب طمأنة المريض بأن ابيضاض اللثة رددٌ وستعود اللثة إلى لونها الأصلي بعد عدة دقائق من غسلها بالماء.

أما التأثير الأكثر شيوعاً عند التبييض فهو الحساسية السنية التي عادةً ما تكون عابرةً وتزول بعد عدة أيام من إيقاف التبييض، وفيما يتعلق بتأثير التبييض على المستوى الوراثي فقد أظهرت الدراسات بأننا بحاجةً لتراكيز عالية جداً من مواد التبييض أعلى بكثيرٍ من تلك المستخدمة عند التبييض في العيادة لإحداث أذية في ال DNA.

بالرغم من ازدياد القلق حول التأثيرات الجانبية المحتملة للتبييض، يبقى السبب الرئيسي لهذه التأثيرات هو الجهل وقلة وعي المريض بأن التبييض هو إجراء علاجي وليس إجراءً تجميلي فقط، وبالتالي فإن استخدام التبييض دون إشراف الطبيب أو المبالغة في التبييض للوصول إلى درجاتٍ لونيةٍ أفتح سيؤدي إلى زيادة احتمال حدوث الآثار الجانبية.

**A**

- 1) Abe AT, Youssef MN, Turbino ML. Effect of Bleaching Agents on the Nanohardness of Tooth Enamel, Composite Resin, and the Tooth-Restoration Interface. *Oper Dent* 2016;41:44–52.
- 2) Abed Kahnemooyi M, Ajami AA, Kimyai S, Pournaghiazar F, Savadi Oskoe S, Mhammedi Torkani MA. Effect of Sodium Ascorbate and Delayed Bonding on the Bond Strength of Silorane and Two-step Self-etch Adhesive Systems in Bleached Enamel. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* 2014;8:210–7.
- 3) Abraham S, Ghonmode WN, Saujanya KP, Jaju N, Tambe VH, Yawalikar PP. Effect of grape seed extracts on bond strength of bleached enamel using fifth and seventh generation bonding agents. *J Int Oral Health* 2013;5:101–7.
- 4) Abu-Eittah MR, Mandour MH. In vitro study of the effect of three hydrogen peroxide concentrations on the corrosion behavior and surface topography of alumina-reinforced dental ceramic. *J Prosthodont* 2011;20:541e52.
- 5) Acton A. Urinary PH Modifiers - Advances in Research and Application. *ScholarlyEditions* 2013:63.
- 6) Aghajani F, Khorshidian A. Effect of 10% Carbamide Peroxide on Mercury Release from Two Types of Dental Amalgam. *Journal of Dentistry* 2010.
- 7) Ahn H-JJ, Song K-BB, Lee Y-EE, Lee J-TT, Cho S-AA, Kim K-HH. Surface change of dental amalgam after treatment with 10% carbamide peroxide. *Dent Mater J* 2006;25:303–8.
- 8) Ajami AA, Bahari M, Oskoe SS, Kimyai S, Kahnamoui MA, Rikhtegaran S, et al. Effect of three different mouthrinses on microleakage of composite resin restorations with two adhesive systems after bleaching with 10% carbamide peroxide. *J Contemp Dent Pract* 2012;13:16–22.
- 9) Akin M, Ozyilmaz OY, Yavuz T, Aykent F, Basciftci FA. Effect of Nd:YAG laser bleaching and antioxidizing agents on the shear bond strength of brackets. *Photomed Laser Surg* 2013;31:365–70.
- 10) Aksakalli S, Ileri Z, Karacam N. Effect of pine bark extract on bond strength of brackets bonded to bleached human tooth enamel. *Acta Odontol Scand* 2013;71:1555–9.
- 11) Albanai SR, Gillam DG, Taylor PD. An overview on the Effects of 10% and 15% Carbamide Peroxide and its Relationship to Dentine Sensitivity. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2015;23:50–5.
- 12) Alqahtani MQ. Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *Saudi Dent J* 2014;26:33–46.
- 13) Al-Salehi SK. Effects of bleaching on mercury ion release from dental amalgam. *J Dent Res* 2009;88:239–43.
- 14) Amjad Z, Tung M, Eanes E, et al. Calcium Phosphates in Biological and Industrial Systems. *Springer* 1998:347.

- 15) Anaraki SN, Shahabi S, Chiniforush N, Nokhbatolfoghahaei H, Assadian H, Yousefi B. Evaluation of the effects of conventional versus laser bleaching techniques on enamel microroughness. *Lasers Med Sci* 2015;30:1013–8.
- 16) Anil M, Ponnappa KC, Nitin M, Ramesh S, Sharanappa K, Nishant A. Effect of 10% Sodium Ascorbate on Shear Bond Strength of Bleached Teeth - An in-vitro Study. *J Clin Diagn Res* 2015;9:ZC31–3.
- 17) Araujo F de O, Baratieri LN, Araújo E. In situ study of in-office bleaching procedures using light sources on human enamel microhardness. *Oper Dent* 2010;35:139–46.
- 18) Arcari GM, Baratieri LN, Maia HP, De Freitas SF. Influence of the duration of treatment using 10% CP bleaching gel on dentin surface microhardness: an in situ study. *Quintessence Int* 2005; 36:15-24.
- 19) Arumugam MT, Nesamani R, Kittappa K, Sanjeev K, Sekar M. Effect of various antioxidants on the shear bond strength of composite resin to bleached enamel: An in vitro study. *J Conserv Dent* 2014;17:22–6.
- 20) Aschheim A. *Esthetic Dentistry: A Clinical Approach to Techniques and Materials* 3<sup>rd</sup> edition. Elsevier 2015:252.
- 21) Attin T, Hannig C, Wiegand A, Attin R. Effect of bleaching on restorative materials and restorations--a systematic review. *Dent Mater* 2004;20:852–61.
- 22) Azarsina M, Kasraei S h, Masoum T, Khamverdi Z. Effect of surface polishing on mercury release from dental amalgam after treatment 16% carbamide peroxide gel. *J Dent (Tehran)* 2011;8:33–8.
- 23) Azer SS, Machado C, Sanchez E, Rashid R. Effect of home bleaching systems on enamel nanohardness and elastic modulus. *J Dent* 2009;37:185–90.

## **B**

- 24) Bahannan SA. Effects of different bleaching agent concentrations on surface roughness and microhardness of esthetic restorative materials. *The Saudi Journal for Dental Research* 2015.
- 25) Baki G, & Alexander K. *Introduction to Cosmetic Formulation and Technology*. Wiley 2015:553.
- 26) Banerjee A, Millar B. *Essentials of esthetic dentistry: Minimally Invasive Esthetics*. Elsevier 2015:34-48, 52-59.
- 27) Basting RT, Amaral F, França F, Flório F. Clinical comparative study of the effectiveness of and tooth sensitivity to 10% and 20% carbamide peroxide home-use and 35% and 38% hydrogen peroxide in-office bleaching materials containing desensitizing agents. *Operative Dentistry* 2012;37:464–73.
- 28) Basting RT, Fernandéz YFC, Ambrosano GM, de Campos IT. Effects of a 10% carbamide peroxide bleaching agent on roughness and microhardness of packable composite resins. *J Esthet Restor Dent* 2005;17:256e62.

- 29) Basting RT, Rodrigues AL, Serra MCC. The effects of seven carbamide peroxide bleaching agents on enamel microhardness over time. *J Am Dent Assoc* 2003;134:1335–42.
- 30) Berman L, Hargreaves K. Cohen's Pathways of the Pulp Expert Consult 11<sup>th</sup> edition. Elsevier 2016:1100-1109.
- 31) Bernardon JK, Sartori N, Ballarin A, Perdigao J, Lopes G, Baratieri LN. Clinical performance of vital bleaching techniques. *Oper Dent* 2010;35: 3-10.
- 32) Bernardon JK, Vieira Martins M, Branco Rauber G, Monteiro Junior S, Baratieri LN. Clinical evaluation of different desensitizing agents in home-bleaching gels. *J Prosthet Dent* 2016.
- 33) Bonafe E, Bacovis CL, Iensen S, Loguercia AD, Reis A, Kossatz S. Tooth sensitivity and efficacy of in-office bleaching in restored teeth. *J Dent* 2013;41:363-9.
- 34) Bonsor S, & Pearson G. A Clinical Guide to Applied Dental Materials. Churchill Livingstone 2013:312-316.
- 35) Borges, Zanatta, Barros, Silva, Pucci, Torres C. Effect of Hydrogen Peroxide Concentration on Enamel Color and Microhardness. *Oper Dent* 2015;40:96–101.
- 36) Bortolatto JF, Trevisan TC, Bernardi PS, Fernandez E, Dovigo LN, Loguercio AD, et al. A novel approach for in-office tooth bleaching with 6 % H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub> and LED/laser system-a controlled, triple-blinded, randomized clinical trial. *Lasers Med Sci* 2016.
- 37) Boston DW, Jefferies SR. Effects of a 36% tooth bleaching gel on zinc phosphate cement. *J Biomed Mater Res Part B Appl Biomater* 2010;92:456–61.
- 38) Briso A, Rahal V, Sundfeld R, Santos dos P, Alexandre RS. Effect of sodium ascorbate on dentin bonding after two bleaching techniques. *Operative Dentistry* 2014;39:195–203.
- 39) Buss D. The Handbook of Evolutionary Psychology. Wiley 2015:310.

## C

- 40) Cakir FY, Ergin E, Gurgan S, Sabuncuoglu S, Arpa CS, Tokgoz İ, et al. Effect of bleaching on mercury release from amalgam fillings and antioxidant enzyme activities: a pilot study. *J Esthet Restor Dent* 2015;27:29–36.
- 41) Cameron A, Widmer R. Handbook of Pediatric Dentistry 4<sup>th</sup> edition. Elsevier 2013:252-253.
- 42) Carey CM. Tooth whitening: what we now know. *J Evid Based Dent Pract* 2014;14 Suppl:70–6.
- 43) Cavalli V, Rodrigues LK, Paes-Leme AF, Soares LE, Martin AA, Berger SB, et al. Effects of the addition of fluoride and calcium to low-concentrated carbamide peroxide agents on the enamel surface and subsurface. *Photomed Laser Surg* 2011;29:319–25.
- 44) Cawson R, & Odell E. Cawson's Essentials of Oral Pathology and Oral Medicine 8<sup>th</sup> edition. Elsevier 2008:27-28, 33-34.
- 45) Chandra S, Chandra S, Chandra G. Textbook of Operative Dentistry. Jaypee 2007:372-374.
- 46) Chen X, Chen Z, Lin Y, Shao J, Yin L. [Effects of tooth whitening agents and acidic drinks on the surface properties of dental enamel]. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* 2013;31:530–2.

- 47) Chng HK, Ramli HN, Yap AU, Lim CT. Effect of hydrogen peroxide on intertubular dentine. *J Dent* 2005;33:363–9.
- 48) Costa DJ. The tooth-whitening process: an update. *Compend Contin Educ Dent* 2012;33:734–9.
- 49) Curylofo FA, Messias DC, Silva-Sousa YT, Souza-Gabriel AE. Bond strength of restorative material to dentin submitted to bleaching and Er:YAG laser post-treatment. *Photomed Laser Surg* 2014;32:495–9.
- 50) Cvikl, Lussi, Moritz, Flury. Enamel Surface Changes After Exposure to Bleaching Gels Containing Carbamide Peroxide or Hydrogen Peroxide. *Oper Dent* 2015;41:E39–E47.

## D

- 51) Darby M, & Walsh M. *Procedures Manual to Accompany Dental Hygiene: Theory and Practice* 3<sup>rd</sup> edition. Elsevier 2010:291.
- 52) Darzé F, do Amaral F, França F, Turssi C, Basting R. Effect of 10% sodium bicarbonate on bond strength of enamel and dentin after bleaching with 38% hydrogen peroxide. *Revista De Odontologia Da Unesp* 2015;44:257–61.
- 53) De Almeida LC, Soares DG, Azevedo FA, Gallinari M de O, Costa CA, dos Santos PH, et al. At-Home Bleaching: Color Alteration, Hydrogen Peroxide Diffusion and Cytotoxicity. *Braz Dent J* 2015;26:378–83.
- 54) De Andrade IC, Basting RT, Rodrigues JAA, do Amaral FLL, Turssi CP, França FM. Microhardness and color monitoring of nanofilled resin composite after bleaching and staining. *Eur J Dent* 2014;8:160–5.
- 55) De Arruda AM, dos Santos PH, Sundfeld RH, Berger SB, Briso AL. Effect of hydrogen peroxide at 35% on the morphology of enamel and interference in the de-remineralization process: an in situ study. *Oper Dent* 2012;37:518–25.
- 56) De Castro M de F, Silva AC, Franco MM, Silva AP, Bramante F da S, da Silva MB, et al. The Effect of 3% Phosphate Ascorbyl Gel on Bond Strength of Composite Resin to Enamel treated with 35% Hydrogen Peroxide. *J Contemp Dent Pract* 2015;16:376–82.
- 57) De Freitas P, & Simoes A. *Lasers in Dentistry: Guide for Clinical Practice*. Wiley 2015:99.
- 58) De Geus, Rezende, Margraf, Bortoluzzi, Fernández, Loguercio, et al. Evaluation of Genotoxicity and Efficacy of At-home Bleaching in Smokers: A Single-blind Controlled Clinical Trial. *Oper Dent* 2015;40:E47–55.
- 59) De Moor RJ, Verheyen J, Verheyen P, Diachuk A, Meire MA, De Coster PJ, et al. Laser teeth bleaching: evaluation of eventual side effects on enamel and the pulp and the efficiency in vitro and in vivo. *ScientificWorldJournal* 2015;2015:835405.
- 60) De Moraes IQ, Silva LN, Porto ICC, de Lima Neto CFF, Dos Santos NB, Fragoso LS. Effect of in-office bleaching with 35% hydrogen peroxide with and without addition of calcium on the enamel surface. *Microsc Res Tech* 2015;78:975–81.
- 61) Durner J, Obermaier J, Ilie N. Investigation of different bleaching conditions on the amount of elutable substances from nano-hybrid composites. *Dent Mater*. 2014;30:192–9.

- 62) Durner J, Stojanovic M, Urcan E, Spahl W, Haertel U, Hickel R, et al. Effect of hydrogen peroxide on the three-dimensional polymer network in composites. *Dent Mater* 2011;27:573–80.

## E

- 63) Eakle W, & Hatrick C. *Dental Materials: Clinical Applications for Dental Assistants and Dental hygienists* 3<sup>rd</sup> edition. Elsevier 2016:116-117.
- 64) Eimar H, Siciliano R, Abdallah M-NN, Nader SA, Amin WM, Martinez P-PP, et al. Hydrogen peroxide whitens teeth by oxidizing the organic structure. *J Dent* 2012;40 Suppl 2:e25–33.
- 65) El-Murr J, Ruel D, St-Georges AJ. Effects of external bleaching on restorative materials: a review. *J Can Dent Assoc* 2011;77:b59.
- 66) Engle K, Hara AT, Matis B, Eckert GJ, Zero DT. Erosion and abrasion of enamel and dentin associated with at-home bleaching: an in vitro study. *J Am Dent Assoc* 2010;141:546–51.

## F

- 67) Fabbrocini G, Panariello L. Efficacy and tolerability of a topical gel containing 3% hydrogen peroxide, 1.5% salicylic acid and 4% d-panthenol in the treatment of mild-moderate acne. *Giornale Italiano Di Dermatologia E Venereol Organo Ufficiale Soc Italiana Di Dermatologia E Sifilografia* 2016.
- 68) Faraoni-Romano JJ, Da Silveira AG, Turssi CP, Serra MCC. Bleaching agents with varying concentrations of carbamide and/or hydrogen peroxides: effect on dental microhardness and roughness. *J Esthet Restor Dent* 2008;20:395–402; discussion 403–4.
- 69) Fatima N, Ali Abidi SY, Meo AA. In Vitro Comparative Study of Two Different Bleaching Agents on Micro-hardness Dental Enamel. *J Coll Physicians Surg Pak* 2016;26:83–6.
- 70) Felton S, & Chapman A. *Basic Guide to Oral Health Education and Promotion* 2<sup>nd</sup> edition. Wiley Blackwell 2013:33-35.
- 71) Fernandes HO, Santos LB, Firoozmand LM. Shear bond strength of an orthodontic self-etching adhesive after intracoronary bleaching. *Orthod Craniofac Res* 2015;18:117–24.
- 72) Fernandes KS, Magalhães M, Ortega KL. Green teeth. *J Pediatr* 2011;158:510.
- 73) Fernández M, Carvalho R, Ogliari F, Beira F, Etges A, Bueno M. Cytotoxicity and genotoxicity of sodium percarbonate: a comparison with bleaching agents commonly used in discoloured pulpless teeth. *Int Endod J* 2010;43:102–8.
- 74) Firat E, Ercan E, Gurgan S, Yucel OO, Cakir FY, Berker E. The effect of bleaching systems on the gingiva and the levels of IL-1 $\beta$  and IL-10 in gingival crevicular fluid. *Oper Dent* 2011;36:572–80.
- 75) Freedman G, Berg J, Blank J, et al. *Contemporary Esthetic Dentistry*. Elsevier 2012:341-348,358,360-361.
- 76) Furukawa M, K-Kaneyama J, Yamada M, Senda A, Manabe A, Miyazaki A. Cytotoxic Effects of Hydrogen Peroxide on Human Gingival Fibroblasts In Vitro. *Oper Dent* 2015;40:430–9.

## G

- 77) Garg N, & Garg A. Textbook of Endodontics 3<sup>rd</sup> edition. Jaypee 2014:493-494,503.
- 78) Garg N, & Garg A. Textbook of Operative Dentistry. Jaypee 2015: 538,544,551.
- 79) Geissberger M. Esthetic Dentistry in Clinical Practice. Blackwell 2010:78.
- 80) Goldstein R. Esthetics in Dentistry: Principles, Communications, Treatment Methods. BC Decker 2014:245-249,255-258.
- 81) Greenberg M, Hendrickson R, Silverberg M, et al. Greenberg's Text-Atlas of Emergency Medicine. WK Health 2004:178.
- 82) Greenwall L, Freedman G, Gordan V, et al. Bleaching Techniques in Restorative Dentistry: An Illustrated Guide. CRC Press 2001:5,24-42,97.
- 83) Güler E, Gönülol N, Özyilmaz ÖYY, Yücel AÇ. Effect of sodium ascorbate on the bond strength of silorane and methacrylate composites after vital bleaching. Braz Oral Res 2013;27:299–304.
- 84) Gürel G. The Science and Art of Porcelain Laminate Veneers. Quintessence Publishing 2003:19.
- 85) Gutiérrez-Venegas G, Guadarrama-Solís A, Muñoz-Seca C, Arreguín-Cano JA. Hydrogen peroxide-induced apoptosis in human gingival fibroblasts. Int J Clin Exp Pathol 2015;8:15563–72.
- 86) Guttenberg S. Cosmesis of the Mouth, Face and Jaws. Wiley Blackwell 2012:37.

## H

- 87) Hannig C, Duong S, Becker K, Brunner E, Kahler E, Attin T. Effect of bleaching on subsurface microhardness of composite and a polyacid modified composite. Dent Mater. 2007;23(2):198-203.
- 88) Hannig C, Lindner D, Attin T. Efficacy and tolerability of two home bleaching systems having different peroxide delivery. Clin Oral Investig 2007;11:321–9.
- 89) Hansen JR, Frick KJ, Walker MP. Effect of 35% sodium ascorbate treatment on microtensile bond strength after nonvital bleaching. J Endod 2014;40:1668–70.
- 90) Hatanaka GR, Abi-Rached F de O, Almeida-Júnior AA, Cruz CA. Effect of carbamide peroxide bleaching gel on composite resin flexural strength and microhardness. Braz Dent J 2013;24:263–6.
- 91) Hatrick C, Eakle S, Bird W, et al. Dental Materials 3<sup>rd</sup> edition. Elsevier 2011:116-117.
- 92) He LB, Shao MY, Tan K, Xu X, Li JY. The effects of light on bleaching and tooth sensitivity during in-office vital bleaching: a systematic review and meta-analysis. J Dent 2012;40:644-53.
- 93) Heymann H, Swift E, Ritter A, et al. Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry 6<sup>th</sup> edition. Elsevier 2013:641.
- 94) Hilton T, Summit J, Broome J, et al. Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach 4<sup>th</sup> edition. Quintessence Publishing 2013:438-448,461.

- 95) Hubbezoglu I, Akaoglu B, Dogan A, Keskin S, Bolayir G, Ozçelik S, et al. Effect of bleaching on color change and refractive index of dental composite resins. *Dent Mater J*. 2008;27(1):105-16.

## I

- 96) Ingle J, Bakland L, Baumgartner J. Ingle's Endodontics 6<sup>th</sup> edition. BC Decker 2008:1384-1396.

## K

- 97) Kasraei S, Rezaei-Soufi L, Azarsina M. The effect of a 16% carbamide peroxide gel on mercury and silver ion release from admixed and spherical dental amalgams. *J Contemp Dent Pract* 2010;11:E009–16.
- 98) Kelleher M. Dental Bleaching. Quintessence Publishing 2008:2-32,77.
- 99) Khamverdi Z, Rezaei-Soufi L, Kasraei S, Ronasi N, Ros -tami S. Effect of Epigallocatechin Gallate on shear bond strength of composite resin to bleached enamel: an in vitro study. *Restor Dent Endod*. 2013; 38: 241-247.
- 100) Khoroushi M, Ghazalgoo A. Effect of desensitizer application on shear bond strength of composite resin to bleached enamel. *Indian J Dent Res* 2013;24:87–92.
- 101) Kılınc H, Aslan T, Kılıç K, Er Ö, Kurt G. Effect of Delayed Bonding and Antioxidant Application on the Bond Strength to Enamel after Internal Bleaching. *J Prosthodont* 2015:n/a–n/a.
- 102) Kim JH, Lee YK, Lim BS, Rhee SH, Yang HC. Effect of tooth-whitening strips and films on changes in color and surface roughness of resin composites. *Clin Oral Invest*. 2004;8:118–22.
- 103) Kirpa J. Fundamentals of Laser dentistry. Jaypee 2011:63-65.
- 104) Klaric E, Rakic M, Sever I, Milat O, Par M, Tarle Z. Enamel and Dentin Microhardness and Chemical Composition After Experimental Light-activated Bleaching. *Oper Dent* 2015;40:E132–41.
- 105) Klaric E, Rakic M, Sever I, Tarle Z. Temperature rise during experimental light-activated bleaching. *Lasers Med Sci* 2015;30:567–76.
- 106) Klukowska MA, White DJ, Gibb RD, Garcia-Godoy F, Garcia-Godoy C, Duschner H. The effects of high concentration tooth whitening bleaches on microleakage of Class V composite restorations. *J Clin Dent*. 2008;19(1):14-7.
- 107) Kose C, Calixto AL, Bauer J, Reis A, Loguercio AD. Comparison of the Effects of In-office Bleaching Times on Whitening and Tooth Sensitivity: A Single Blind, Randomized Clinical Trial. *Oper Dent* 2015.
- 108) Kunjappan S, Kumaar V, Prithiviraj, Vasanthan, Khalid SA, Paul J. The effect of bleaching of teeth on the bond strength of brackets: An in vitro study. *J Pharm Bioallied Sci* 2013;5:S17–20.

- 109) Kurtulmus-Yilmaz S, Cengiz E, Ulusoy N, Ozak ST, Yuksel E. The effect of home-bleaching application on the color and translucency of five resin composites. *J Dent* 2013;41 Suppl 5:e70–5.
- 110) Kwon YH, Kwon TY, Kim HI, Kim KH. The effect of 30% hydrogen peroxide on the color of compomers. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2003;66:306e10.

## L

- 111) Lago AD, Garone-Netto N. Microtensile bond strength of enamel after bleaching. *Indian J Dent Res* 2013;24:104–9.
- 112) Langsten RE, Dunn W, Hartup G, Murchison D. Higher-concentration carbamide peroxide effects on surface roughness of composites. *J Esthet Restor Dent*. 2002;14:92–6.
- 113) Leonard RH Jr, Smith LR, Garland GE, Tiwana KK, Zaidel LA, Pugh G Jr, & Lin NC (2007) Evaluation of side effects and patients' perceptions during tooth bleaching *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 19(6) 355-364.
- 114) Li Q, Yu H, Wang Y. Colour and surface analysis of carbamide peroxide bleaching effects on the dental restorative materials in situ. *J Dent*. 2009;37(5):348-56.
- 115) Li Y, Greenwall L. Safety issues of tooth whitening using peroxide-based materials. *Brit Dent J* 2013;215:29–34.
- 116) Lima AF, Marques MR, Soares DG, Hebling J, Marchi GM, de Souza Costa CA. Antioxidant therapy enhances pulpal healing in bleached teeth. *Restor Dent Endod* 2016;41:44–54.
- 117) Loguercio AD, Tay LY, Herrera DR, Bauer J, Reis A. Effectiveness of nano-calcium phosphate paste on sensitivity during and after bleaching: a randomized clinical trial. *Braz Oral Res* 2015;29:1–7.
- 118) Lu J, Ding XJ, Yu XP, Gong YM. [Effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate (CPP-ACP) treatment on the shear bond strength of orthodontic brackets after tooth bleaching]. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue* 2015;24:541–4.

## M

- 119) Machado SMM, Nascimento DB, Silva RC, Loretto SC, Normando D. Evaluation of metallic brackets adhesion after the use of bleaching gels with and without amorphous calcium phosphate (ACP): in vitro study. *Dental Press J Orthod* 2013;18:101–6.
- 120) Magalhães JG, Marimoto AR, Torres CR, Pagani C, Teixeira SC, Barcellos DC. Microhardness change of enamel due to bleaching with in-office bleaching gels of different acidity. *Acta Odontol Scand* 2012;70:122–6.
- 121) Majeed A, Farooq I, Grobler SR, Rossouw RJ. Tooth-Bleaching: A Review of the Efficacy and Adverse Effects of Various Tooth Whitening Products. *Journal of the College of Physicians and Surgeons Pakistan* 2015, Vol. 25 (12): 891-896.
- 122) Maleknejad F, Ameri H, Kianfar I. Effect of intracoronary bleaching agents on ultrastructure and mineral content of dentin. *J Conserv Dent* 2012;15:174–7.

- 123) Malkondu O" , Yurdagu"ven H, Say EC, Kazazo\_glu E, Soyman M. Effect of bleaching on microhardness of esthetic restorative materials. Oper Dent 2011;36:177e86.
- 124) Mena-Serrano AP, Parreiras SO, do Nascimento EM, Borges CP, Berger SB, Loguercio AD, et al. Effects of the concentration and composition of in-office bleaching gels on hydrogen peroxide penetration into the pulp chamber. Oper Dent 2015;40:E76–82.
- 125) Mirhashemi A, Emadian Razavi ES, Behboodi S, Chiniforush N. Effect of laser-assisted bleaching with Nd:YAG and diode lasers on shear bond strength of orthodontic brackets. Lasers Med Sci 2015;30:2245–9.
- 126) Moghadam FV, Majidinia S, Chasteen J, Ghavamnasiri M. The degree of color change, rebound effect and sensitivity of bleached teeth associated with at-home and power bleaching techniques: A randomized clinical trial. Eur J Dent 2013;7:405-11.
- 127) Moraes RR, Marimon JL, Schneider LF, Correr Sobrinho L, Camacho GB, Bueno M. Carbamide peroxide bleaching agents:effects on surface roughness of enamel, composite and porcelain.Clin Oral Investig 2006;10:23e8.
- 128) Morgan S, Jum'ah AA, Brunton P. Assessment of efficacy and post-bleaching sensitivity of home bleaching using 10% carbamide peroxide in extended and non-extended bleaching trays. Br Dent J 2015;218:579–82.

## N

- 129) Nam SH, Lee HJ, Hong JW, Kim GC. Efficacy of nonthermal atmospheric pressure plasma for tooth bleaching. Scientific World Journal 2015;2015:581731.
- 130) Neville B, Damm D, Allen C, Chi A. Oral and Maxillofacial Pathology 4<sup>th</sup> edition. Elsevier 2016:64-66.
- 131) Nguyen C, Augros C, Rocca JP, Lagori G, Fornaini C. KTP and Er:YAG laser dental bleaching comparison: a spectrophotometric, thermal and morphologic analysis. Lasers Med Sci 2015;30:2157–64.

## O

- 132) Ogura K, Tanaka R, Shibata Y, Miyazaki T, Hisamitsu H. In vitro demineralization of tooth enamel subjected to two whitening regimens. J Am Dent Assoc 2013;144:799–807.
- 133) Olivi G & Olivi M. Lasers in Restorative Dentistry A Practical Guide. Springer 2015:253,258.
- 134) Oskoe PA, Kahnamousi MA, Oskoe SS, Zadfattah F, Pournaghi-Azar F. Effects of in-office and home bleaching gels on the surface mercury levels of dental amalgam. Eur J Dent 2010;4:23–7.
- 135) Ourique SA, Arrais CA, Cassoni A, Ota-Tsuzuki C, Rodrigues JA. Effects of different concentrations of carbamide peroxide and bleaching periods on the roughness of dental ceramics. Braz Oral Res 2011;25:453e8.
- 136) Özkan P, Kansu G, Özak Ş, Kurtulmuş-Yılmaz S, Kansu P. Effect of bleaching agents and whitening dentifrices on the surface roughness of human teeth enamel. Acta Odontol Scand 2012;71:488–97.

## P

- 137) Parreiras S, Mena-Serrano A, Moreira CG, Otuki M, Loguercio D, Reis A. Penetration and cytotoxicity of a bleaching gel activated by LED/laser in restored teeth. *Am J Dent* 2014;27:301–6.
- 138) Paula AB, Dias MI, Ferreira MM, Carrilho T, Marto CM, Casalta J, et al. Effects on gastric mucosa induced by dental bleaching--an experimental study with 6% hydrogen peroxide in rats. *J Appl Oral Sci* 2015;23:497–507.
- 139) Paula E, Kossatz S, Fernandes D, Loguercio A, Reis A. The effect of perioperative ibuprofen use on tooth sensitivity caused by in-office bleaching. *Oper Dent* 2013;38:601–8.
- 140) Perchyonok VT, Grobler SR. Tooth-bleaching: Mechanism, Biological Aspects and Antioxidants. *Int J Dent Oral Health* 2015.
- 141) Phinney D, Halstead H. *Dental Assisting: A Comprehensive Approach* 4<sup>th</sup> edition, Cengage Learning. 2013:765.
- 142) Pillay V. *Modern Medical Toxicology* 4<sup>th</sup> edition. Jaypee 2013:62.
- 143) Pitacas H, Cavalheiro A, Coito C, Silva A, Eira R, Lopes M. Effect of external tooth bleaching on the surface of resin composites – An in vitro study. *Revista Portuguesa De Estomatologia Medicina Dentária E Cirurgia Maxilofacial* 2015;56:149–55.
- 144) Pligina KL, Rodina IA, Shevchenko TV, Bekchanova ES, Tikhonov VP, Sirota NP. DNA-damaging effects of dental bleaching agents. *Bull Exp Biol Med* 2012;153:57–60.
- 145) Poggio C, Grasso N, Ceci M, Beltrami R, Colombo M, Chiesa M. Ultrastructural evaluation of enamel surface morphology after tooth bleaching followed by the application of protective pastes. *Scanning* 2015.
- 146) Polydorou O, Beiter J, König A, Hellwig E, Kümmerer K. Effect of bleaching on the elution of monomers from modern dental composite materials. *Dental Mater.* 2009;25(2):254-60. Epub 2008 Sep 7.
- 147) Polydorou O, Hellwig E, Auschill TM. The effect of at-home bleaching on the microhardness of six esthetic restorative materials. *J Am Dent Assoc.* 2007;138(7):978-84.
- 148) Polydorou O, Monting JS, Hellwig E, M. Auschill TM. Effect of in-office tooth bleaching on the microhardness of six dental esthetic restorative materials. *Dent Mater.* 2007;23(2):153-8. Epub 2006 Feb 10.
- 149) Pruthi G, Jain V, Kandpal HC, Mathur P, Shah N. Effect of bleaching on color change and surface topography of composite restorations. *Int J Dent.* 2010;2010:695748.
- 150) Purkait S. *Essentials of Oral Pathology* 3<sup>rd</sup> edition. Jaypee 2011:440.

## R

- 151) Rao A. *Principles and Practice of Pedodontics* 3<sup>rd</sup> edition. Jaypee 2012:463.
- 152) Reis A, Kossatz S, Martins GC, Loguercio AD. Efficacy of and effect on tooth sensitivity of in-office bleaching gel concentrations: a randomized clinical trial. *Oper Dent* 2013;38:386–93.
- 153) Reis A, Tay L, Herrera D, Kossatz S, Loguercio A. Clinical effects of prolonged application time of an in-office bleaching gel. *Oper Dent* 2011;36:590–6.

- 154) Rezende M, Bonafé E, Vochikovski L, Farago PV, Loguercio AD, Reis A, et al. Pre- and postoperative dexamethasone does not reduce bleaching-induced tooth sensitivity: A randomized, triple-masked clinical trial. *J Am Dent Assoc* 2016;147:41–9.
- 155) Rezende M, Loguercio AD, Reis A, Kossatz S. Clinical effects of exposure to coffee during at-home vital bleaching. *Oper Dent* 2013;38:E229–36.
- 156) Ribeiro DA, Marques MEE, Salvadori DM. Study of DNA damage induced by dental bleaching agents in vitro. *Braz Oral Res* 2006;20:47–51.
- 157) Roderjan DA, Stanislawczuk R, Hebling J, Costa CA, Reis A, Loguercio AD. Response of human pulps to different in-office bleaching techniques: preliminary findings. *Braz Dent J* 2015;26:242–8.
- 158) Rosentritt M, Lang R, Plein T, Behr M, Handel G. Discoloration of restorative materials after bleaching application. *QuintessenceInt.* 2005;36(1):33-9.
- 159) Roubickova A, Dudek M, Comba L, Housova D, Bradna P. Effect of postoperative peroxide bleaching on the marginal seal of composite restorations bonded with self-etch adhesives. *Oper Dent* 2013;38:644–54.

## S

- 160) Santos LFTF, Rocha Gomes Torres C, Caneppele TM, Magalhães AC, Borges AB. Effect of home-bleaching gels modified by calcium and/or fluoride and the application of nano-hydroxyapatite paste on in vitro enamel erosion susceptibility. *Acta Odontol Scand* 2016;74:121–6.
- 161) Schmalz G, & Bindsvlev D. *Biocompatibility of Dental Materials*. Springer 2009:234.
- 162) Sharafeddin F, Farshad F. The Effect of Aloe Vera, Pomegranate Peel, Grape Seed Extract, Green Tea, and Sodium Ascorbate as Antioxidants on the Shear Bond Strength of Composite Resin to Home-bleached Enamel. *J Dent (Shiraz)* 2015;16:296–301.
- 163) Sherwood A. *Essentials of Operative Dentistry*. Jaypee 2010:457-464.
- 164) Sikri V. *Textbook of Operative Dentistry* 4<sup>th</sup> edition. CBS 2015:559,573-574.
- 165) Sivapathasundharam B, & Rajendran R. *Shafer's Textbook of Oral Pathology* 7<sup>th</sup> edition. Elsevier 2014:560.
- 166) Smith, A. Give Your Teeth Long Lasting Shine. *Stre Aluytx* 2015:56.
- 167) Soares D, Basso F, Hebling J, Costa C. Concentrations of and application protocols for hydrogen peroxide bleaching gels: Effects on pulp cell viability and whitening efficacy. *J Dent* 2014;42:185–98.
- 168) 3Soares DG, Basso FG, Hebling J, de Souza Costa CA. Immediate and late analysis of dental pulp stem cells viability after indirect exposition to alternative in-office bleaching strategies. *Clin Oral Investig* 2015;19:1013–20.
- 169) 2Soares DG, Marcomini N, Basso FG, Pansani TN, Hebling J, de Souza Costa CA. Influence of Restoration Type on the Cytotoxicity of a 35% Hydrogen Peroxide Bleaching Gel. *Oper Dent* 2015.

- 170) Soares DG, Ribeiro AP, Sacono NT, Loguercio AD, Hebling J, Costa CA. Mineral loss and morphological changes in dental enamel induced by a 16% carbamide peroxide bleaching gel. *Braz Dent J* 2013;24:517–21.
- 171) Soares DG, Sacono NT, Ribeiro AP, Basso FG, Scheffel DSS, Hebling J, et al. Responses of dental pulp cells to a less invasive bleaching technique applied to adhesive-restored teeth. *J Adhes Dent* 2015;17:155–61.
- 172) Soares DG, Marcomini N, Basso FG, Pansani TN, Hebling J, de Souza Costa CA. Indirect cytocompatibility of a low-concentration hydrogen peroxide bleaching gel to odontoblast-like cells. *Int Endod J* 2016;49:26–36.
- 173) Strakas D, Tolidis K, Koliniotou-Koumpia E, Vanweersch L, Franzen R, Gutknecht N. Intrapulpal temperature rise of different tooth types during dental bleaching supported by an Er,Cr:YSGG laser. A pilot study. *Lasers Med Sci* 2016;31:77–82.
- 174) Subramonian R, Mathai V, Christaine Angelo JB, Ravi J. Effect of three different antioxidants on the shear bond strength of composite resin to bleached enamel: An in vitro study. *J Conserv Dent* 2015;18:144–8.
- 175) Suneetha R, Pavithra S, Thomas J, Nanga GS, Shiromany A, Shivrayan A. An In Vitro Comparative Study of Shear Bond Strength of Composite Resin to Bleached Enamel using Synthetic and Herbal Antioxidants. *J Int Oral Health* 2014;6:77–81.

## I

- 176) Tabatabaee MH, Arami S, Ghavam M, Rezaii A. Monomer release from nanofilled and microhybrid dental composites after bleaching. *J Dent (Tehran)* 2014;11:56–66.
- 177) Tabatabaee MH, Mahdavi H, Zandi S, Kharrazi MJ. HPLC analysis of eluted monomers from two composite resins cured with LED and halogen curing lights. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2008; 26: 145.
- 178) Taha S, & Clarkson B. *Clinician's Guide to the Diagnosis and Management of Tooth Sensitivity*, Springer 2014:65.
- 179) Taher NM. The effect of bleaching agents on the surface hardness of tooth colored restorative materials. *J Contemp Dent Pract.* 2005;6(2):18-26.
- 180) Tam LE, Kuo VY, Noroozi A. Effect of prolonged direct and indirect peroxide bleaching on fracture toughness of human dentin. *J Esthet Restor Dent* 2007;19:100–9; discussion 110.
- 181) Tam LE, Lim M, Khanna S. Effect of direct peroxide bleach application to bovine dentin on flexural strength and modulus in vitro. *J Dent* 2005;33:451–8.
- 182) Tamura T, Tonami K, Takahashi H, Mataka S, Araki K, Kurosaki N. Tensile strength of dentin after bleaching treatment. *J Med Dent Sci* 2008;55:175–80.
- 183) Tang B, Millar B. Effect of chewing gum on tooth sensitivity following whitening. *Brit Dent J* 2010;208:571–7.
- 184) Teixeira EC, Hara AT, Turssi CP, Serra MC. Effect of non vital tooth bleaching on microleakage of coronal access restorations. *J Oral Rehabil* 2003;30:1123–7.
- 185) Tompkins AM, Coleman SS, Carey CM. Erosive capacity of five commercial bleaching products on human enamel. *J Dent Res* 2014;93(Spec Iss A):697.

- 186) Torabinjad M, Fouad A, Walton R, et al. Endodontics: Principles and Practice 5<sup>th</sup> edition. Elsevier 2014;393,397-398.
- 187) Turkun M, Turkun LS. Effect of nonvital bleaching with 10% carbamide peroxide on sealing ability of resin composite restorations. Int Endod J 2004;37:52—60.

## U

- 188) Ulukapi H, Benderli Y, Ulukapi I. Effect of pre- and postoperative bleaching on marginal leakage of amalgam and composite restorations. Quintessence Int 2003;34:505–8.

## V

- 189) Vahid Dastjerdi E, Khaloo N, Mojahedi SM, Azarsina M. Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets to Tooth Enamel After Treatment With Different Tooth Bleaching Methods. Iran Red Crescent Med J 2015;17:e20618.
- 190) Vieira-Junior WF, Lima D, Tabchoury C, Ambrosano G, Aguiar F, Lovadino JR. Effect of Toothpaste Application Prior to Dental Bleaching on Whitening Effectiveness and Enamel Properties. Oper Dent 2016;41:E29–38.

## W

- 191) Wang L, Francisconi LF, Atta MT, Dos Santos JR, Del Padre NC, Gonini A Jr, et al. Effect of bleaching gels on surface roughness of nanofilled composite resins. Eur J Dent. 2011;5:173–9.
- 192) Wattanapayungkul P, Yap AUJ, Chooi KW, Lee MFLA, Selamat RS, Zhou RD. The effect of home bleaching agents on the surface roughness of tooth-colored restoratives with time. Oper Dent. 2004;29(4):398-403.
- 193) Whang H-JJ, Shin D-HH. Effects of applying antioxidants on bond strength of bleached bovine dentin. Restor Dent Endod 2015;40:37–43.
- 194) White DJ, Duschner H, Pioch T. Effect of bleaching treatments on microleakage of Class I restorations. J Clin Dent. 2008;19(1):33-6.

## X

- 195) Xie Q, Bedran-Russo AK, Wu CD. In vitro remineralization effects of grape seed extract on artificial root caries. J Dent 2008;36(11):900-6.

## Y

- 196) Yadav D, Golchha V, Paul R, Sharma P, Wadhwa J, Taneja S. Effect of tooth bleaching on orthodontic stainless steel bracket bond strength. J Orthod Sci 2015;4:72–6.
- 197) Yalcin F, Gurgan S. Bleaching-induced colour change in plastic filling materials. J Biomater Appl. 2005;19(3):187-95.

- 198) Yoon M, Burrow MF, Wong R, Parashos P. Effect of sodium ascorbate on resin bonding to sodium perborate-bleached dentin. *Oper Dent* 2014;39:98–106.
- 199) Yu H, Li Q, Cheng H, Wang Y. The effects of temperature and bleaching gels on the properties of tooth-colored restorative materials. *J Prosthet Dent* 2011;105:100e7.
- 200) Yu H, Li Q, Hussain M, Wang Y. Effects of bleaching gels on the surface microhardness of tooth-colored restorative materials in situ. *J Dent* 2008;36:261e7.
- 201) Yu H, Li Q, Lin Y, Buchalla W, Wang Y. Influence of carbamide peroxide on the flexural strength of tooth-colored restorative materials: an in vitro study at different environmental temperatures. *Oper Dent* 2010;35:300e7.
- 202) Yu H, Pan X, Lin Y, Li Q, Hussain M, Wang Y. Effects of carbamide peroxide on the staining susceptibility of tooth-colored restorative materials. *Oper Dent*. 2009;34(1):72-82.
- 203) Yu H, Zhang C-Y, Cheng S-L, Cheng H. Effects of bleaching agents on dental restorative materials: A review of the literature and recommendation to dental practitioners and researchers. *J Dent Sci* 2015;10:345–51.

## **Z**

- 204) Zaki AA, Fahmy NZ. The effect of a bleaching system on properties related to different ceramic surface textures. *J Prosthodont* 2009;18:223e9.
- 205) Zavanelli AC, Mazaro J, Silva CR. Surface roughness analysis of four restorative materials exposed to 10% and 15% carbamide peroxide. *International Journal of Prosthodontics* . 2011, Vol. 24 Issue 2, p155-157.
- 206) Zhu MM, Wang GM, Sun K, Li YL, Pan J. [Bonding strength of resin and tooth enamel after teeth bleaching with cold plasma]. *Beijing Da Xue Xue Bao* 2016;48:116–20.
- 207) Zimmerli B, Jeger F, Lussi A. Bleaching of nonvital teeth. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2010.