

تصميم وبناء منظومتين لأستخدام أضوء النبضي ذي الشدة العالية في إزالة الشعر

رسالة مقدمة إلى
مجلس كلية العلوم – جامعة بابل
وهي جزء من متطلبات نيل درجة ماجستير
علوم في علوم الفيزياء

من

عامر عبد العباس علوان الجشعميّ



آذار ٢٠٠٦

صفر ١٤٢٧

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿فَأَمَّا الزُّبْدُ فَيَنْهَبُ جَفَاءً
وَأَمَّا مَا يَنْفَعُ النَّاسَ
فَيَمْكُتُ فِي الْأَرْضِ﴾

صدق الله العلي العظيم
سورة الرعد , الآية ١٧

الأهداء

قد طال تفكيري
لمن أنسب الإهداء إليه
فوجدت أنك سبحانك ربي
فوق كل شيء
فمنك يارب ما تعلمت
وإليك أهدي ما علمتني

اقرار المشرفين على الرسالة

نشهد أن إعداد هذه الرسالة قد جرى تحت إشرافنا في قسم الفيزياء بكلية العلوم جامعة بابل وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم الفيزياء .

التوقيع:	التوقيع:
الأسم: د. ياسين حسن كاظم	الأسم : د. حمد رحيم حمود العزاوي
المرتبة العلمية: مدرس	المرتبة العلمية: باحث علمي اقدم
العنوان: جامعة بابل- كلية العلوم	العنوان : وزارة العلوم والتكنولوجيا
	قسم الفيزياء
التاريخ / / ٢٠٠٦	التاريخ / / ٢٠٠٦

توصية رئيس قسم الفيزياء

اشارة إلى التوصية في أعلاه التي قدمها الاستاذان الدكتور حمد رحيم حمود العزاوي والدكتور ياسين حسن كاظم ، أحيل هذه الرسالة إلى لجنة المناقشة لدراستها وبيان الراي فيها.

التوقيع :
الأسم: د.طالب هادي قدوري
المرتبة العلمية :استاذ مساعد
العنوان:جامعة بابل - كلية العلوم – قسم الفيزياء
التاريخ / / ٢٠٠٦

قرار لجنة المناقشة

نحن أعضاء لجنة المناقشة نشهد إننا إطلعنا على الرسالة الموسومة (تصميم وبناء منظومتين لأستخدام الضوء النبضي ذي الشدة العالية لإزالة الشعر) وقد ناقشنا الطالب في محتوياتها ووجدنا إنها جديره بالقبول لنيل درجة الماجستير في الفيزياء بدرجة أمتياز .

رئيس اللجنة

التوقيع:

الأسم : د. أحمد محمود عبد اللطيف

المرتبة العلمية : أستاذ مساعد

العنوان : جامعة بابل / كلية العلوم

التاريخ: / / ٢٠٠٦

عضو اللجنة الأول

التوقيع:

الأسم : د. عبد الصاحب نعمه

المرتبة العلمية : أستاذ مساعد

العنوان : جامعة الكوفة / كلية التربية بنات

التاريخ: / / ٢٠٠٦

عضو اللجنة (المشرف)

التوقيع:

الأسم : د. حمد رحيم حمود العزاوي

المرتبة العلمية: باحث علمي اقدم

العنوان : وزارة العلوم والتكنولوجيا , قسم الفيزياء

التاريخ / / ٢٠٠٦

عضو اللجنة الثاني

التوقيع:

الأسم : د. عبد عون كاظم السعدي

المرتبة العلمية : أستاذ مساعد

العنوان : جامعة كربلاء / كلية العلوم

التاريخ: / / ٢٠٠٦

عضو اللجنة (المشرف)

التوقيع:

الأسم: د. ياسين حسن كاظم

المرتبة العلمية: مدرس

العنوان: جامعةبابل- كلية العلوم

التاريخ / / ٢٠٠٦

مصادقة عمادة كلية العلوم

التوقيع:

الأسم : د. عودة مزعل ياسر

التاريخ : / / ٢٠٠٦

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ شكر و تقدير

الحمد لله مستحق الحمد حتى الانقطاع وموجب الشكر باقصى ما يستطيع وصلى الله على محمد خير من افتتحت بذكره الدعوات واستنجحت به الطلبات وعلى اله الذين هم زينة الحياة وسفينة النجاة وشجرة الرضوان وعلى صحبه الغر الميامين.

أما بعد فان الشكر قيد النعمة ومفتاح المزيد وثمر الجنة وقد وجب علي في نهاية بحثي أن أتقدم بوافر الشكر والتقدير الى الدكتور طالب هادي قدوري رئيس قسم الفيزياء في جامعة بابل لتوجيهاته القيمة ومتابعته المستمره لطلبة الدراسات العليا كما اتقدم بالشكر الجزيل إلى عمادة كلية العلوم- جامعة بابل - لأهتمامها الخاصّ بطلبة الدراسات العليا . وأتوجه بالشكر والتقدير الخالصين إلى المشرفين على البحث الدكتور حمد رحيم حمود العزاوي لاقتراحه موضوع البحث وتوجيهاته السديده ومتابعته العلمية والعملية طيلة فترة البحث والدكتور ياسين حسن كاظم للجهد المتميز الذي بذله في الاشراف على مراحل إنجاز البحث جزاهم الله عني كلّ الخير. وأعتذر كل الأعتذار إلى الإنسان الوحيد الذي لم أذكره والذي أزرني طيلة فترة الدراسة كما أقدم شكري إلى الدكتورة الفاضلة آسيا المشهداني من جامعة بغداد قسم الفيزياء لما أبدته من مساعدة لي بفتح مختبر الدراسات لغرض إتمام الجزء العمليّ الأول وكذلك اتقدم بفائق الشكر والامتنان إلى الأخ العزيز الأستاذ علاء حسين علي من دائرة العلوم والتكنولوجيا لما أبداه من مساعدة عملية في إنجاز البحث. كما يلزمني الواجب أن اتقدم بالشكر والاحترام الى الوالد والوالدة وإلى عائلتي وزملائي حسين حميد وحسن سلمان وحيدر خضير لما أبدوه من مساعدة وأخيرًا أتوجه بالشكر والعرفان إلى كلّ من مدّ يد العون لي بأي شكل من الأشكال والله ولي التوفيق .

عامر

إن البحث يتضمن اربعة مراحل رئيسية، في المرحلة الأولى تمّ وضع عدة تصاميم للحصول على منظومة يمكن بواسطتها إزالة الشعر من مناطق مختلفة لجسم الإنسان اعتماداً على مبدأ القتل الحراريّ المنتخب ، وقد وضعت التصاميم لمنظومتين مختلفتين من حيث تجهيزها بالطاقة اللازمة لاشتغال كل منهما والقدرة التي تعمل عليها كلّ منظومة ودوائر الشحن .

في المرحلة الثانية تم بناء المنظومتين طبقاً للتصاميم الموضوعة ، حيث تمّ تصميم منظومتين الأولى تحوي مصباحاً ومضياً مستقيماً ومجهز قدرة ودوائر شحن والثانية تحوي مصباحين ومضيين على شكل حرف U و مجهز قدرة ودوائر شحن حيث إن كل منظومة تحوي حاويتين ميكانيكيتين الأولى تتمثل بالحاوية الميكانيكية للرأس المولد للضوء النبضيّ حيث يتمّ تجميع الضوء الخارج من المصابيح وذلك باستخدام عواكس من الالمنيوم وبأشكال هندسية وقياسات خاصة والحاوية الميكانيكية الثانية تحوي دوائر الشحن ومجهز القدرة وكان الغرض من بناء منظومتين مختلفتين الحصول على (كثافة طاقة وأمد نبضة) مختلفتين .

في المرحلة الثالثة تمّ توصيف المنظومتين من حيث عرض النبضة وكثافة الطاقة ومقدار الطاقة المتخلفة في متسع الخزن وكفاءة التحويل للمصابيح وكفاءة التجميع للمجمع البصريّ . حيث أعطت المنظومة الأولى أمد نبضة مقداره (28 ms) وكثافة طاقة (12.3 J/cm^2) وكانت كفاءة التجميع للمجمع البصريّ (46.6%) والطاقة المتخلفة في المتسع (66 J) . أما المنظومة الثانية فأعطت أمد نبضة محصوراً بين (40-45) ms وكثافة طاقة (27.2 J/cm^2) , وكانت كفاءة التجميع للمجمع البصريّ (40%) والطاقة المتخلفة في المتسع J 53 عند الحدّ الأعلى للفولتية و J 30 عند الحدّ الأدنى للفولتية .

في المرحلة الاخيرة تم استخدام المنظومتين لإزالة الشعر ولعينات منتخبة ، وقد اتضح أن المنظومتين لهما القدرة على إزالة الشعر في صورة دائمية , كما ثبت هناك عتبة لكثافة الطاقة عندها يحدث ضرر للبشرة وكانت هذه العتبة بحدود 25 J/cm^2 للبشرة من النوع الرابع ، كذلك تبين من خلال البحث وجود مؤثرات مرافقة لكثافة الطاقة المناسبة للإزالة، ومن هذه المؤثرات احمرار البشرة مصحوباً بانتفاخ بسيط عند قاعدة الشعرة ، وكذلك تبين إمكانية تقليل الضرر على البشرة من خلال استخدام مادة هلاميه مبردة .

قائمة المحتويات (أ)

رقم الصفحة	الموضوع	رقم الفقرة
١	المقدمة	الفصل الاول
١	مقدمة عامة	١-١
٣	الدراسات السابقة	٢-١
٤	هدف البحث	٣-١
٥	الأسس النظرية المعتمدة في التطبيق العملي	الفصل الثاني
٥	المصباح الومضي	١-٢
٨	أغطية المصباح الومضي	١-١-٢
٨	الخواص الكهربائية للمصباح الومضي	٢-١-٢
٩	ج- عمر المصباح	٣-١-٢
١٢	د: دوائر شحن المصباح الومضي	٤-١-٢
١٢	أولاً- دائرة الشحن نوع RLC	
١٦	ثانياً- دائرة شحن نوع RC	
١٨	منظومات القذح وأنواعها	٢-٢
١٨	أولاً- القذح الخارجي	
١٩	ثانياً- القذح المتسلسل	
١٩	ثالثاً - قذح نوع سيمر	
٢٠	رابعاً- قذح نوع بزيدو سيمر	
٢١	المعاملات الكهربائية للمصباح في اثناء الاشتغال	٣-٢
٢٢	تفاعل الضوء مع الأنسجة	٤-٢
٢٤	دورة حياة الشعره	٥-٢
٢٦	الأسس العلمية والاعتبارات العملية لإزالة الشعر إزالة دائمة باستخدام الضوء النبضي ذي الشدة العالية (HIPL)	٦-٢

قائمة المحتويات (ب)

رقم الصفحة	الموضوع	رقم الفقرة
٢٨	١- الطول الموجي	
٣٠	٢- أمد النبضة	
٣١	٣- كثافة الطاقة	
٣٢	٤- تأثير مساحة الحزمة	
٣٥	التطبيق العملي	الفصل الثالث
٣٥	المقدمة	١-٣
٣٥	الحسابات التصميمية للمنظومة الأولى	٢-٣
٣٦	حساب الخسائر البصرية والكهربائية	١-٢-٣
٣٧	أ- الخسائر الناتجة من المجمع البصري	
٣٧	ب- خسائر تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية	
٣٧	ج- الخسائر في متسع الخزن	
٣٨	د- الخسائر في المقاومات	
٣٩	تحديد أمد النبضة	٢-٢-٣
٤٠	تحديد عمر المصباح	٣-٢-٣
٤١	منظومة القدر	٤-٢-٣
٤١	المجمع البصري	٥-٢-٣
٤٣	الحاوية الميكانيكية	٦-٢-٣
٤٣	الحسابات التصميمية للمنظومة الثانية	٣-٣
٤٥	حسابات الخسائر البصرية والكهربائية	١-٣-٣
٤٥	أ- الخسائر الناتجة من المجمع البصري	
٤٥	ب- خسائر التحويل من الطاقة الكهربائية إلى الطاقة الضوئية	
٤٥	ج- الخسائر في متسع الخزن	

قائمة المحتويات (ج)

رقم الصفحة	الموضوع	رقم الفقرة
٤٥	د- الخسائر في المقاومات	
٤٦	تحديد أمد النبضة	٢-٣-٣
٤٦	تحديد عمر المصباح	٣-٣-٣
٤٦	منظومة القذح	٤-٣-٣
٤٧	المجمع البصريّ	٥-٣-٣
٤٨	الحاوية الميكانيكية	٦-٣-٣
٥١	بناء المنظومة الأولى وتوصيفها	٤-٣
٥١	أ- بناء المنظومة	
٥١	أولاً: دوائر الشحن والقذح	
٥٢	ثانياً: الحاوية الميكانيكية لكلّ من الرأس المولد للضوء ودوائر الشحن والسيطرة	
٥٢	ثالثاً: المجمع البصريّ	
٥٤	ب: توصيف المنظومة الأولى	
٥٤	أولاً: قياس الطاقة الضوئية الكلية	
٥٤	ثانياً: قياس كثافة الطاقة	
٥٤	ثالثاً: أمد النبضة	
٥٤	رابعاً: قياس مقدار الطاقة المتخلفه داخل المتسعات	
٥٥	خامساً: حساب قيمة تيار التفريغ الأعظم وطريقة تغيير التيار مع الزمن	
٥٥	سادساً: حساب عمر المصباح	
٥٥	سابعاً: حساب كفاءة التحويل للمصباح	
٥٥	ثامناً: حساب كفاءة التجميع للمجمع البصريّ	
٥٥	ج: القياسات التي أجريت على إزالة الشعر	
٥٦	بناء المنظومة الثانية	٥-٣

قائمة المحتويات (د)

رقم الصفحة	الموضوع	رقم الفقرة
٥٦	أبناء المنظومة	
٥٦	أولاً: دوائر الشحن والقدح	
٥٧	ثانياً : الحاوية الميكانيكية لكل من الراس المولد للضوء ودوائر الشحن والسيطرة	
٥٨	ثالثاً: المجمع البصري	
٦٠	ب: توصيف المنظومة الثانية	
٦٠	أولاً : حساب الطاقة الضوئية الكلية	
٦٠	ثانياً: قياس كثافة الطاقة	
٦٠	ثالثاً: أمد النبضة	
٦٠	رابعاً : قياس مقدار الطاقة المتخلفة داخل المتسعات	
٦٠	خامساً : حساب قيمة تيار التفريغ الأعظم وطريقة تغير التيار مع الزمن	
٦٠	سادساً: حساب عمر المصباح	
٦١	سابعاً : حساب كفاءة التحويل للمصباح	
٦١	ثامناً : حساب كفاءة التجميع للمجمع البصري	
٦١	ج: القياسات التي أجريت على إزالة الشعر	
٦٢	النتائج والمناقشة	الفصل الرابع
٦٢	نتائج توصيف المنظومة الأولى	١-٤
٦٢	أولاً: الطاقة الضوئية الكلية	
٦٢	ثانياً: كثافة الطاقة	
٦٢	ثالثاً : أمد النبضة	
٦٣	رابعاً: الطاقة المتخلفة داخل المتسعات	
٦٣	خامساً: تيار التفريغ الأعظم وتغير قيمة التيار مع الزمن	
٦٤	سادساً: عمر المصباح	

قائمة المحتويات (هـ)

رقم الصفحة	الموضوع	رقم الفقرة
٦٤	سابعًا : كفاءة التحويل للمصباح	
٦٤	ثامنًا : كفاءة التجميع للمجمع البصري	
٦٤	نتائج توصيف المنظومة الثانية	٢-٤
٦٤	أولاً: الطاقة الضوئية الكلية	
٦٥	ثانيًا : كثافة الطاقة	
٦٥	ثالثًا : أمد النبضة	
٦٦	رابعًا : عمر المصباح	
٦٧	خامسًا: الطاقة المتخلفة داخل المتسعات	
٦٧	سادسًا: تيار التفريغ الأعظم وتغير قيمة التيار مع الزمن	
٦٩	سابعًا : كفاءة التحويل للمصباح	
٦٩	ثامنًا : كفاءة التجميع للمجمع البصري	
٦٩	نتائج إزالة الشعر	٣-٤
٧٣	الاستنتاجات	٤-٤
٧٤	البحوث المقترحة	٥-٤

قائمة الاشكال (أ)

رقم الصفحة	العنوان	رقم الشكل
٥	الانواع الشائعة من المصابيح الوضعية	١-٢
٦	مصباح زنون ذو قذح خارجي	٢-٢
٧	الطيف الناتج من مصباح الزنون	٢-٣ a
٧	الطيف الناتج من مصباح الكربتون	٢-٣ b
١٠	العلاقة بين طاقة الانفجار وعرض النبضة	٤-٢
١١	رسم بياني يوضح العمر المتوقع لمصباح الزنون دالة للنسبة المنوية للطاقة المستخدمة في تشغيل المصباح إلى طاقة الانفجار.	٥-٢
١٢	دائرة شحن نوع RLC	٦-٢
١٥	منحني التيار عند الإخماد تحت الحرج	٧a-٢
١٥	منحني التيار عند الإخماد فوق الحرج	٧b-٢

١٥	منحني التيار عند الإخماد الحرج	٧c-٢
١٦	دائرة شحن نوع RC	٨-٢
١٨	دائرة قرح خارجي	٩-٢
١٩	دائرة قرح متسلسل	١٠-٢
١٩	دائرة قرح نوع سيمر	١١-٢
٢٠	دائرة قرح نوع يزيدو سيمر	١٢-٢
٢٢	طيف امتصاص الهيموغلوبين و الميلانين و الماء والاستطارة للاطوال الموجية المختلفة	١٣-٢
٢٥	مراحل نمو الشعرة	١٤-٢
٢٧	أجزاء الشعرة	١٥-٢
٢٩	عمق اختراق الأطوال الموجية داخل الجلد	١٦-٢
٣٣	كثافة الطاقة المحسوبة للطول الموجي ٧٥٥ نانومتر عند العمق ١.٥ ملليمتر	١٧a-٢
٣٤	كثافة الطاقة المحسوبة للطول الموجي ٧٥٥ نانومتر عند العمق ٣ ملليمتر	١٧b-٢
٤٠	دائرة شحن مقترحه	١-٣

قائمة الاشكال (ب)

رقم الصفحة	العنوان	رقم الشكل
٤٢	المجمع البصري المقترح	٢-٣
٤٤	الحاوية الميكانيكية المقترحة لكل من الرأس المولد للضوء ودوائر الشحن للمنظومة الأولى	٣-٣
٤٧	المجمع البصري المقترح	٤-٣
٤٨	مخطط الحاوية الميكانيكية (جانبي)	٥a-٣
٤٨	مخطط الحاوية الميكانيكية (رأسي)	٥b-٣
٤٩	مخطط للرأس المولد للضوء النبضي بوجود المجمع البصري (رأسي)	٥c-٣
٤٩	الرأس المولد للضوء النبضي بوجود المجمع البصري (جانبي)	٥d-٣
٥٠	مخطط الرأس المولد للضوء بوجود الغطاء (رأسي)	٥e-٣
٥٠	مخطط للرأس المولد للضوء بوجود المجمع البصري (رأسي)	٥f-٣
٥١	منظومة شحن وقرح مع مصابيح الدلالة	٦-٣
٥٢	صوره فوتوغرافية للمجمع البصري بعد التثبيت	٧-٣
٥٣	صورة فوتوغرافية للمنظومة الأولى بحالتها النهائية	٨-٣
٥٦	منظومة شحن وقرح مع مصابيح الدلالة للمنظومة الثانية	٩-٣
٥٧	صورة فوتوغرافية للرأس المولد للضوء	١٠-٣
٥٨	صورة فوتوغرافية للمجمع البصري	١١-٣
٥٩	صورة فوتوغرافية للمنظومة الثانية بحالتها النهائية	١٢-٣

٦٢	عرض النبضة عند حساسية ٠.٥V/div و ٢٠ms/div	١-٤
٦٣	علاقة تيار التفريغ مع الزمن للمنظومة الاولى	٢-٤

رقم الصفحة	العنوان	رقم الشكل
٧٠	صورة فوتوغرافية لمنطقة معرضة باستخدام المنظومة الأولى والثانية	٨-٤
٧١	صورة فوتوغرافية لساق متضررة باستخدام المنظومة الثانية	٩-٤
٧٢	صورة فوتوغرافية لساق أزيل منها الشعر باستخدام المنظومة الأولى	١٠-٤
٧٣	صورة فوتوغرافية للمعالجة المثالية باستخدام المنظومة مع استعمال مادة هلامية شفافة.	١١-٤

٦٥	أمد النبضة عند حساسية ٢V/div و ٥٠ms/div	٣-٤
٦٦	أمد النبضة عند حساسية ٢V/div و ٥٠ms/div	٤-٤
٦٧	علاقة تغير تيار التفريغ مع الزمن لكلا المصباحين عند الحد الأعلى للفولتية	٥-٤
٦٨	علاقة تغير تيار التفريغ مع الزمن لكلا المصباحين عند الحد الأدنى للفولتية	٦-٤
٧٠	صورة فوتوغرافية توضح آثار ضرر بالبشرة عند تعريضها إلى كثافة طاقة ٢٥ J/cm ^٢ باستخدام المنظومة الثانية	٧-٤

قائمة الاشكال (ج)

الرموز المستخدمة

الرمز	المصطلح
f	تردد التذبذب للتيار
t_r	زمن النهوض التيار
t_d	زمن انحدار التيار
Q	الشحنة الكلية
I_m	ذروة التيار
τ	أمد النبضة
ρ	ألمقاومة النوعية للبلازما المتولدة من غاز الزنون
L	طول القوس الكهربائي (المسافة بين الأقطاب)
I	النوع الأول من الجلد
II	النوع الثاني من الجلد
III	النوع الثالث من الجلد
IV	النوع الرابع من الجلد
V	النوع الخامس من الجلد
VI	النوع السادس من الجلد
TRT	زمن الاسترخاء الحراري
a	طول المحور الكبير للمجمع البصري
b	طول المحور الصغير للمجمع البصري
c	البعد بين البورتين
E_{ex}	طاقة الانفجار

الفصل الاول

المقدمة Introduction

General Introduction

١-١ : مقدمة عامة :

إن إزالة الشعر غير المرغوب فيه من المناطق المختلفة لجسم الإنسان بدأت من أزمان بعيدة^[١] ، حيث استخدمت وسائل تتناسب مع التطور التكنولوجي إضافة إلى إمكانية توافر هذه الوسائل في صورة ميسرة للمحتاجين إليها وقد تراوحت هذه الوسائل بين استخدام الآلات الحادة (الحلاقة) أو استخدام الملقط والتشمع ثم تطورت إلى استخدام المواد الكيميائية وهذه معظمها وسائل وقتية تزيل الشعر لفترة من الزمن ثم يعاود بعدها في الظهور^[٢].

وقد تطورت هذه الوسائل في الوقت الحاضر على الرغم من أنها تعتمد نفس الأفكار القديمة مع بعض الأساليب الحديثة التي تتجه نحو الإزالة الدائمة أو التقليل الدائمي للشعر ومن هذه الأساليب استخدام التيار الكهربائي (electrolysis)^[٣-٤] ثم الليزر وأخيراً الضوء النبضي ذي الشدة العالية الذي يعدّ الجيل الثاني الحديث^[٥-٧] . ولكلّ من هذه الطرائق الدائمة أو الوقتية محاسنها ومساوئها ولكن الاتجاه العامّ في موضوع إزالة الشعر يتجه نحو ابتكار وسيلة لها القدرة على إزالة الشعر في صورة دائمية تصلح لأنواع المختلفة من البشرات وتستخدم لإزالة الشعر من جميع مناطق الجسم وتكون رخيصة الثمن وسهلة الاستخدام (إمكانية استخدامها من قبل غير المختصين)^[٨] .

وإذا نظرنا إلى الوسائل الدائمة نجدها تقع في محورين الأول الإزالة الكهربائية (electrolysis) حيث إن من عيوبها استخدامها من قبل مختصين ذوي اختصاص عالٍ وتزيل الشعر من خلال التعامل مع كلّ شعرة على انفراد أي إنها لا تعالج مساحات واسعة وتحتاج إلى زمن طويل في العمل ومن محاسنها أنها مضمونة لكلّ أنواع البشرات^[٩] ، والمحور الثاني الذي يستخدم الضوء بنوعيه المتشاكه (الليزر) وغير المتشاكه (ضوء عادي) نبضي ذي شدة عالية^[١٠] ، وقد تجاوز هذا الاتجاه عقبة الإزالة الفردية للشعر والذي يستخدم بإزالة مساحات كبيرة نسبياً تتحدد بمساحة بقعة الليزر ولكون الليزر أحاديّ الطول الموجي تمّ وضع محددات على إمكانية استخدام الليزر في إزالة الشعر لذا تمّ إنتاج ليزرات تستخدم مع كلّ لون للبشرة^[١١] حيث لا يمكن استخدام ليزر واحد لجميع أنواع البشرات وبنفس الكفاءة ، إضافة إلى أن الليزر يعدّ مصدراً " مكلفاً" نسبياً" وذا بقعة صغيرة نسبياً^[١٢] . ولغرض تجاوز هذه المعوقات وتحقيق تطور حقيقي في موضوع إزالة الشعر وفي صورة دائمة لذا تطلب الموضوع الحصول على مصدر ضوئيّ نبضيّ ذي شدة عالية يعطي مدى واسعاً من الأطوال الموجية تمكنه من إزالة الشعر وذو عرض حزمة كبيرة نسبياً لمعالجة مساحة كبيرة من الجسم لنبضة واحدة.

وتكمن فكرة إزالة الشعر في شكل دائمي باستخدام الضوء النبضيّ على مفهوم القتل الحراريّ المنتخب (selective photothermolysis)^[١٣] ، فعندما تتعرض صبغة الشعر إلى ضوء ذي طول

موجي معين سوف يمتص من قبل هذه الصبغة حيث تتحول طاقة الضوء الممتصة إلى طاقة حرارية تعمل على رفع درجة حرارة النسيج الذي امتص الضوء ، وإذا كان هذا الضوء نبضياً وذا زمن تأثير أقصر أو مساوٍ لزمن الاسترخاء الحراري (thermal relaxation time) للنسيج الحاوي على الصبغة^[١٦-١٥-١٤] ، فإن درجة حرارة هذا النسيج سوف ترتفع دون أن تنتقل الحرارة إلى الأنسجة المجاورة ومن الممكن أن ترتفع إلى الدرجة الكافية للقتل بحدود ٧٠ درجة مئوية وبذلك نحصل على القتل الحراري المنتخب^[٦-٤].

إن أهمية الموضوع تتجلى في توظيف الضوء النبضي ذي الشدة العالية والناجم من مصباح ومضي في إزالة الشعر أو تقليله في شكل دائمٍ ، حيث إن المنظومة المستخدمة هي أكثر بساطة من منظومات الليزر وأقل كلفة إضافة إلى أنها تعطي طيفاً واسعاً من الأطوال الموجية والذي يتراوح (٤٠٠-١٢٠٠) نانومتر^[١٧-١٨-١٩] ، وهذا يعطي المنظومة امتيازاً يؤهلها للاستخدام مع الأنواع المختلفة من البشرات^[٢٠] ، وكذلك يجعل إمكانية إزالة الشعر في شكل دائمٍ من مناطق الجسم المختلفة ممكنة حيث إن المدى الواسع للطيف يسمح بمعالجة الشعر وبأعماق مختلفة^[١٦] ، علماً أن الأطوال الموجية الطويلة لها قدرة نفوذ أكبر داخل البشرة من الأطوال الموجية القصيرة^[١٩].

١ - ٢ : الدراسات السابقة :

نظراً لأهمية إزالة الشعر في صورة دائمية وباستخدام الضوء فإن هذا الموضوع جذب اهتمام الكثير من الباحثين، وكانت البداية في عام ١٩٧٩ من قبل Clement^[٢١] الذي استخدم ليزر (الروبي) في إزالة الشعر وقد توالت الدراسات والبحوث في ذلك الوقت حتى وقتنا الحاضر بحيث أخذت هذه الأبحاث عدة اتجاهات منها الاهتمام بموضوع مفهوم القتل الحراري المنتخب (Selective Photothermolysis) مثل (R.Andrson)^[١٩٨٤]^[٢٢] والذي وصفه بأنه عملية بصرية حيث إن الضوء الساقط على النسيج سوف يمتص في شكل تفضيلي من قبل الهدف وليس النسيج بأكمله والذي فسره الباحث Colleagues على أن الانتقاء الحراري يحدث نتيجة اختيار طول موجي ملائم ومدة نبضة وطاقة كافية لإحداث الإزالة المطلوبة. والاتجاه الآخر اهتم بمنظومات التبريد للبشرة مثل (Kurt)^[١٩٩٠]^[٢٣] الذي استخدم مادة الهلام (Gel) في أثناء المعالجة ، ومنهم من استخدم رذاذ أل (Cryogen) في أثناء المعالجة مثل (Guibr)^[١٩٩١]^[٢٤] ، ومنهم من استخدم بلورة التبريد (crystal colar (ccd) في أثناء المعالجة مثل (Sadick)^[١٩٩٣]^[٢٥] . والاتجاه الآخر اهتم بتأثير أمد النبضة ومن المهتمين بهذا الاتجاه (Chrisine)^[١٩٩٦]^[٢٦] ، ومنهم من اهتم بدراسة أنظمة المصباح الومضي والتي تبعث ضوءاً بطيف واسع من الأطوال الموجية على خلاف أنظمة الليزر حيث وجد أن الطيف الواسع لهذه المصابيح يمتد من (٤٠٠-١٢٠٠) نانومتر التي تسمح بتغيير المعاملات للمعالجة الفردية والذي يتكيف مع أنواع مختلفة من البشرات وذلك بسبب عرض الطيف حيث وجد أن تعدد الأطوال الموجية وفترة النبضة والشدة التي

يملكها هذا الضوء يؤدي إلى تقليل التأثيرات السلبية إلى أدنى حد ومن المهتمين بهذا الاتجاه (Kimmel) [١٩٩٧]^[٢٧].

ومنهم من استخدام المرشحات مع المصباح الومضي للحصول على الأطوال الموجية اللازمة لإزالة الشعر مثل (Lara) وكذلك الباحث (Wellman) [١٩٩٨]^[٢٨] الذي اهتم بالطيف الخارج من المصباح الومضي (flash lamp) الذي يمكن استخدامه لإزالة الشعر وذلك بسبب عرض الطيف الذي يمكن أن يولده المصباح الومضي ومنهم من اهتم بتأثير أبعاد الحزمة على كفاءة الإزالة ومن الباحثين الذين اهتموا بهذا الموضوع (James Hsia) [١٩٩٨]^[٢٩]. في حين اهتم باحثون آخرون مثل (Kar Pope) [١٩٩٩]^[٣٠] في تحديد عتبة التلف كدالة لكثافة الطاقة اعتماداً على نوع البشرة وآخرون اهتموا بإزالة الشعر بطريقة الموجات الراديوية (RF) مصدراً إضافياً للطاقة الضوئية، حيث إن النظام الجديد لإزالة الشعر يستعمل مزيجاً من الطاقة الكهربائية الناتجة من مدى معين للأمواج الراديوية (RF) والطاقة البصرية (الضوء النبضي القريب من الأشعة تحت الحمراء) وهذه الطريقة هي ناجحة مع كل ألوان الشعر ومن العاملين في هذا الاتجاه الباحث (Neil) [٢٠٠٤]^[٣١]. ولا زالت الأبحاث مستمرة في جميع هذه المحاور. ولا زالت الأبحاث مستمرة في جميع هذه المحاور.

٣-١: هدف البحث :

The Aim of the Present Work
يهدف البحث إلى بناء منظومة ضوء نبضي ذي شدة عالية تكفي لإحداث قتل حراري منتخب للشعر ، وتوصيف المنظومة من ناحية طاقة النبضة (pulse energy) وأمدتها (pulse duration) ومساحتها , وإجراء بعض التجارب لتحديد تأثير الضوء الناتج من هذه المنظومة في الشعر إضافة إلى استخدام مبرورات وفي أشكال هندسية مختلفة لغرض انتخاب أفضل الأشكال من ناحية الكفاءة والموائمة العملية لاستخدام المنظومة وفي شكل فعلي في إزالة الشعر في شكل دائم .

ولغرض تحقيق هدف البحث فقد تم بناء منظومتين الأولى استخدم فيها مصباح ومضي خطي والمنظومة الثانية استخدم فيها مصباحان في شكل حرف U لغرض الحصول على أمد نبضة وبمدتين مختلفتين وتم توصيف المنظومتين واستخدمت في إزالة الشعر في شكل دائم من عينات منتخبة .

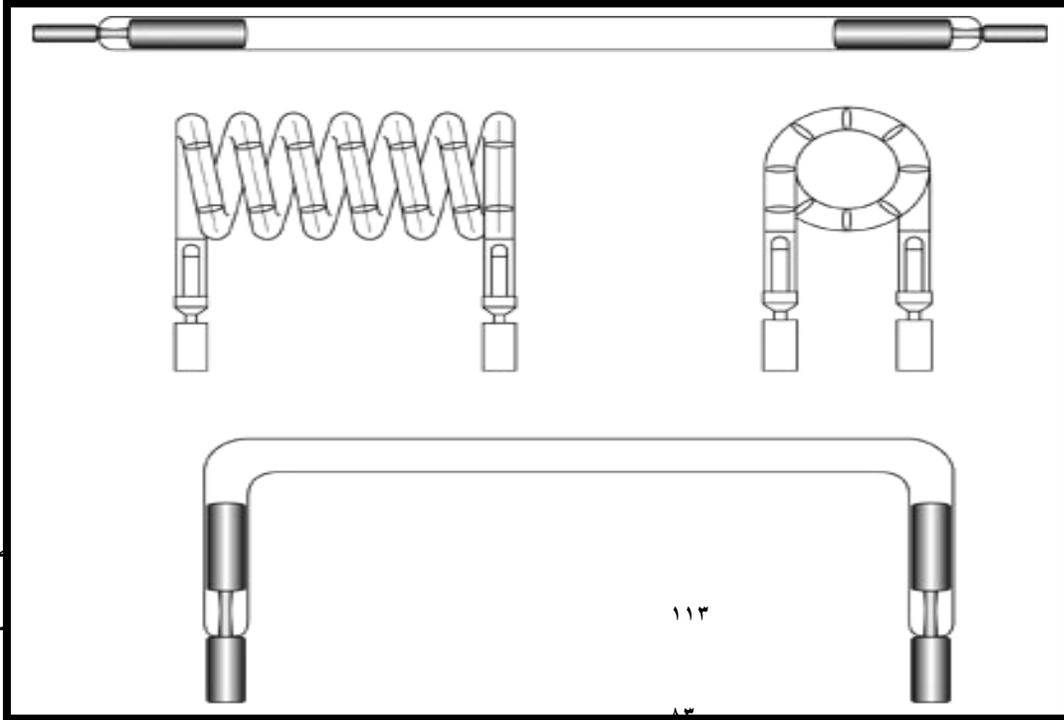
الفصل الثاني

الأسس النظرية المعتمدة في التطبيق العملي

Flash Lamp

١-٢ : المصباح الومضي:

هو مصباح يعمل على مبدأ التفريغ الكهربائي لغاز معين . ويكون مصحوباً بانبعاث ضوء بشدة تتناسب مع قيمة تيار التفريغ وبمدى واسع من الأطوال الموجية اعتماداً على شدة التيار ونوع الغاز، علماً أن مقاومة المصباح قبل التفريغ عالية جداً ، أما عند حدوث التفريغ تقلّ هذه المقاومة فتصبح أجزاءً من الأوم وذات قيمة متغيرة ومعتمدة على قيمة التيار . وتصنف المصابيح الومضية حسب نوعية الغاز المستعمل فيها وحسب شكلها ونمط تشغيلها فهناك مصابيح ومضية تكون في شكل مستقيم أو في شكل لولبي أو في شكل حرف U ، ومن متغيرات هذه المصابيح هي قطر الأنبوب والمسافة بين الأقطاب وضغط الغاز والشكل (١-٢) يبين عدة أشكال من هذه المصابيح [٣٢] .



مصباح

مصباح

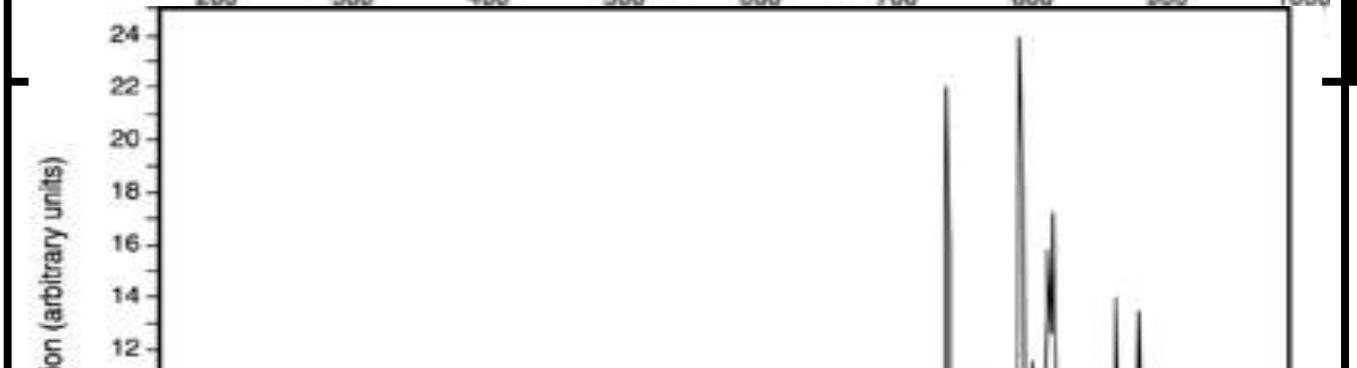
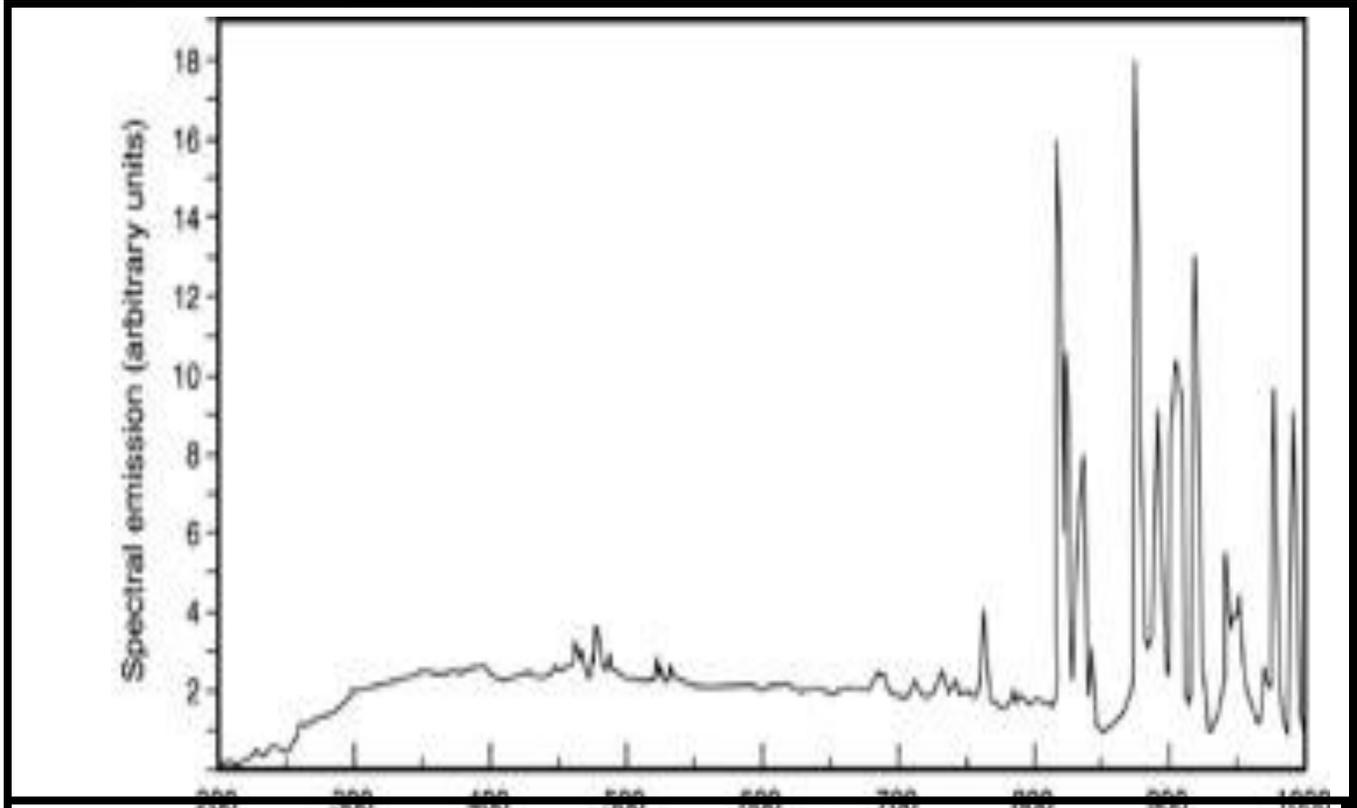
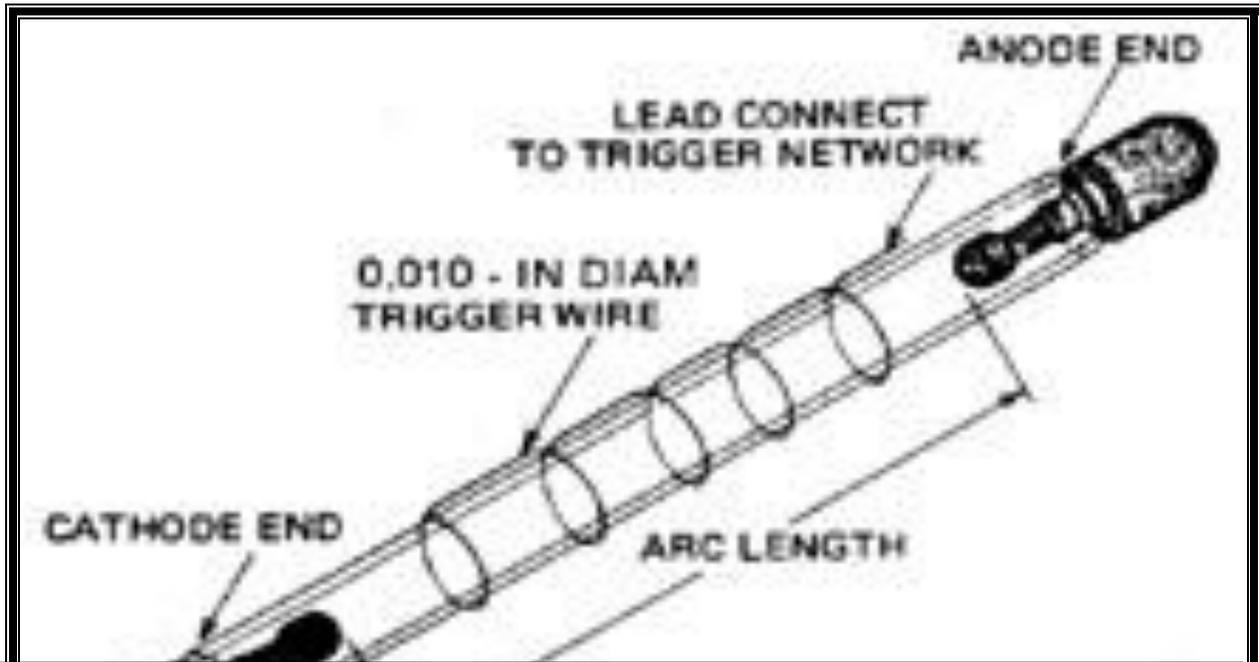
الذي يحوي

والثاني

الذي يحوي

الذي يحوي

المستقيم ذا القدر الخارجي، والشكل (٣-٢a،b) يوضح الطيف الناتج من مصباحي الزنون والكربتون على التوالي ، علماً أن الطيف يعاني إزاحة باتجاه الأطوال الموجية القصيرة عند كثافات التيار العالية .



شكل (b ٣-٢) الطيف الناتج من مصباح الكربتون [٣٢]

٢-١-١: أغطية المصباح الومضي: Covers of Flashlamp

يستخدم العديد من المواد كأغلفة للمصابيح الومضية وإن جميع هذه المواد تمتاز بشفافيتها للأطوال الموجية في المنطقة المرئية وتختلف في مدى نفاذها للأطوال الموجية القصيرة كالأشعة فوق البنفسجية أو الأطوال الموجية الطويلة كالأشعة تحت الحمراء إضافة إلى اختلافها في درجة تحملها للصدمة الحرارية ومن الأنواع الشائعة الاستخدام الكوارتز والبايركس وأوكسيد السيريوم والسيليكا الصناعية وإن أفضل هذه الأنواع هو الكوارتز بسبب مداه الطيفي الواسع وكذلك تحمله للصدمات الحرارية العالية [٣٣].

٢-١-٢ الخواص الكهربائية للمصباح الومضي: Electrical Properties of Flashlamp

إن مقاومة الغازات قبل التفريغ الكهربائي عالية جداً" وإن فولتية الانهيار لمعظم الغازات في حدود (٥ kV) أو أكثر اعتماداً على المسافة ما بين الأقطاب وعلى ضغط الغاز ونوعه [٣٠]. لذلك فإن الفولتية المجهزة من مجهزة ذات القدرة ذات الفولتية (١ kV) لا تكفي لإحداث انهيار ذاتي للغاز ، لذا يجب استخدام وسيلة إضافية لغرض إحداث تأين ابتدائي لذرات غاز المصباح و يتم ذلك باستخدام منظومة قرح ابتدائية مؤلفة من محولة نبضية رافعة تعمل على توليد نبضة فولتية في حدود فولتية انهيار الغاز الذي يحويه المصباح، والتي تعمل على إحداث تأين أولي للغاز والذي بدوره يقلل من مقاومة الغاز داخل المصباح وبعد ذلك وبسبب وجود الفولتية على طرفي المصباح سوف يسري التيار داخل المصباح ثم لا يلبث أن يزداد حتى يصل إلى قيمته العظمى [٣٣].

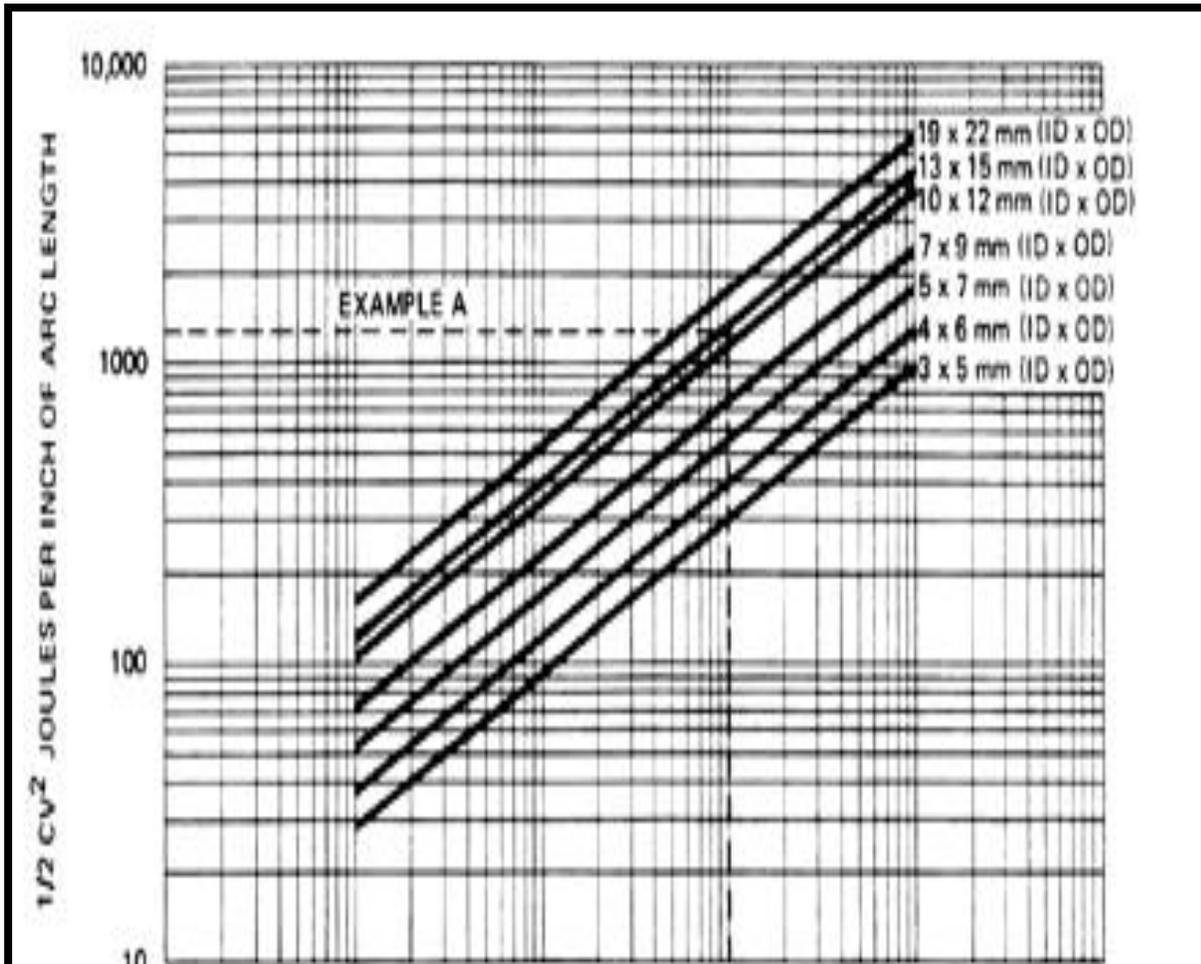
٢-١-٣ عمر المصباح : Life Time of Flashlamp

يقاس عمر المصباح من خلال عدد النبضات التي يمكن أن يؤديها المصباح قبل أن يتوقف عن العمل أو قبل أن تهبط شدة الضوء التي يولدها إلى مستوى معين مقبول ، وإن عمر المصباح يعتمد على زمن تأثير النبضة وعلى زمن نهوض التيار وعلى التحميل الأعظم للمصباح الذي يمثل أعلى قيمة للطاقة التي تضخ للمصباح . إن فشل المصباح يمكن أن يستدلّ عليه إما من خلال (النشظية) التي تحدث لغطاء المصباح أو من خلال النقص المتدرج في شدة الضوء الذي يولده المصباح وإن هذا النقص في شدة الضوء ناتج عن الامتصاص الذي يحدث لضوء المصباح داخل المصباح نفسه علماً أن المصباح ممكن أن ينفجر لأحد العاملين الآتيين:

أولاً- نتيجة لتولد موجة رجة ميكانيكية وهذه الموجة ناتجة عن الزيادة السريعة في درجة الحرارة وضغط الغاز داخل المصباح عند حدوث التأين ، وإن أخطر موجة رجة هي تلك التي تنتج عن تيار نبضي ذي زمن نهوض قصير وعليه فإن دائرة التفريغ تصمم لتجنب النبضة ذات زمن النهوض القصير .

ثانياً- عند استخدام دائرة تفريغ تعطي نبضة ذات زمن نهوض يتناسب مع الزمن الكلي للنبضة فإنه يوجد حدّ أعلى للطاقة التي يمكن المصباح أن يتحملها وهي دالة لزمن تأثير النبضة اي هناك حدّ أعظم للطاقة التي يتحملها المصباح فعندما تزداد طاقة النبضة عن حدّ معين فإن الضغط داخل المصباح سوف يزداد عن حد المرونة أوحد الشد (tensile limit) للغطاء وبالتالي يتحطم المصباح [٣٢] .

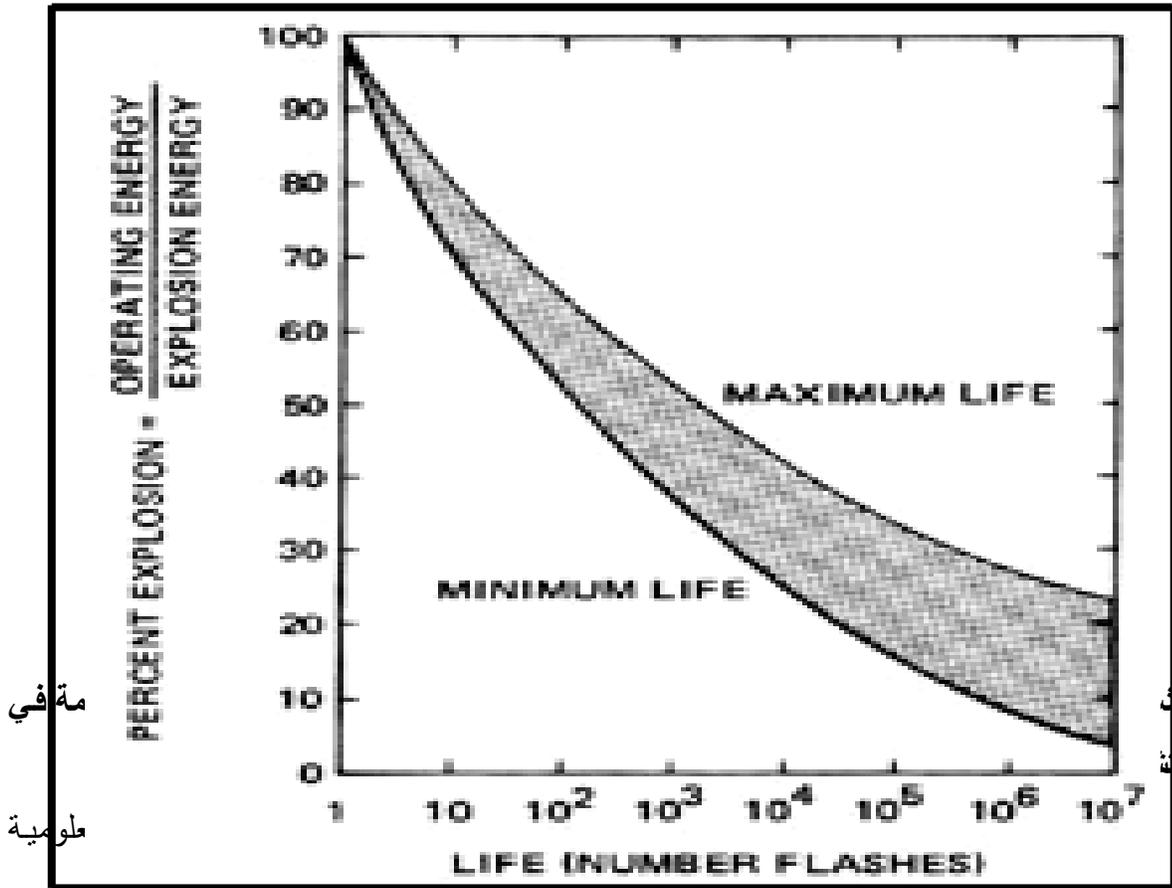
والشكل (٤-٢) يوضح العلاقة بين طاقة الانفجار لكلّ انج من طول قوس التفريغ مقابل زمن تأثير النبضة ولعدة مصابيح ذات الشكل المستقيم حيث إن الخطوط تمثل طاقة الانفجار لسبعة مصابيح ذات أقطار مختلفة حيث المحور العمودي يمثل طاقة الانفجار بوحدات جول/انج من طول قوس التفريغ والمحور الأفقي يمثل زمن تأثير النبضة ، علماً أن أمد النبضة يعرف على أساس العرض الكلي للنبضة عند القيمة التي عندها تكون شدة التيار مساوية إلى ثلث الشدة العظمى [٣٢] .



شكل (٢-٤) العلاقة ما بين طاقة الانفجار وعرض النبضة^[٣٢]

فعند اشتغال المصباح عند الطاقة القريبة من طاقة الانفجار فإن فشل المصباح يكون في شكل نقص متدرج في شدة الضوء وذلك نتيجة لتأثير أحد السببين السابقين إضافة إلى ذلك فإن شدة الضوء للمصباح من الممكن أن تتناقص نتيجة لتلوث الغاز داخل المصباح وهذا ينتج عن عدم تنظيف أجزاء المصباح قبل عملية ملء الغاز كذلك النضوح عند مناطق اللحام حيث إن الهواء الداخل إلى المصباح من الممكن أن يلوث الغاز الموجود داخل المصباح وبالتالي يزيد من ضغطه، فعندما يصل ضغط الغاز داخل المصباح بحيث يساوي الضغط الجوي يصبح من الصعب قدح المصباح .

والشكل (٢-٥) جاء نتيجة للدراسات التجريبية التي أعطت تعريفاً كاملاً لعمر المصباح على أنه عدد من النبضات التي يمكن للمصباح أن يولدها والتي بعدها تصبح شدة الضوء المتولد منه مساوية إلى نصف الشدة الأصلية .



النسبة المئوية ما بين الطاقة المتبقية إلى طاقة الانفجار E_{in}/E_{ex} أو بتطبيق العارضة التالية

$$\text{life time} = [E_{in}/E_{ex}]$$

-٨٠٥

جدول (١)

العلاقة بين عمر المصباح (عدد النبضات) والنسبة بين طاقة التشغيل وطاقة الانفجار

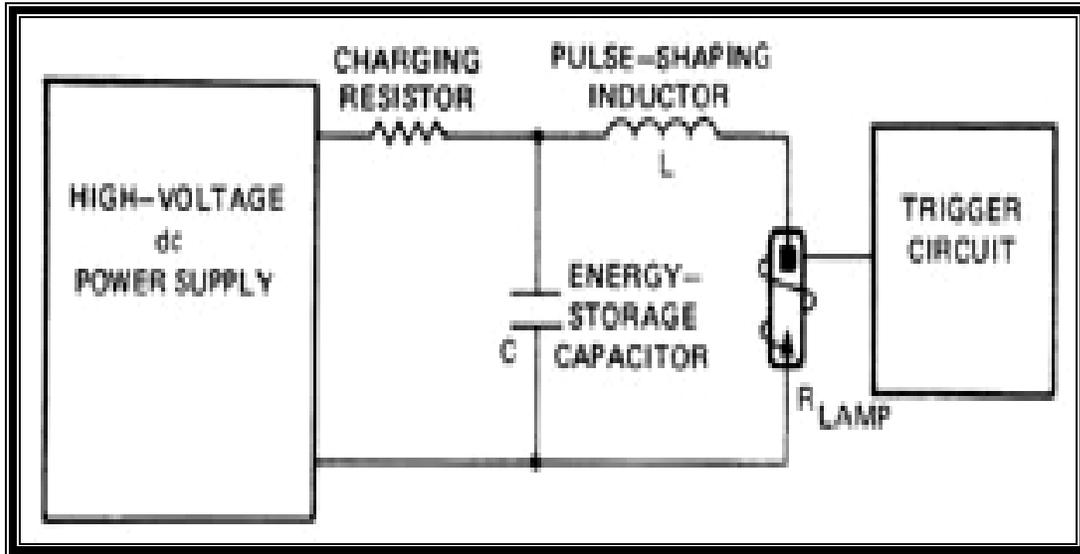
Life time	١	١٠	١٠ ^٢	١٠ ^٣	١٠ ^٤	١٠ ^٥	١٠ ^٦
E_{in}/E_{ex}	١	٠.٧٦	٠.٥٨	٠.٤٤	٠.٣٤	٠.٢٦	٠.١٩٧

٤-١-٢: دوائر شحن المصباح الومضيّ : Charging Circuits of Flashlamp

هنالك عدة أنواع من الدوائر يمكن أن يربط بها المصباح الومضيّ لكي يشتغل ، حيث تعمل هذه الدوائر على تجهيز المصباح بالطاقة اللازمة للاشتغال ومن هذه الدوائر .

أولاً- دائرة الشحن نوع RLC [٣٢]:

وهي احدى الدوائر التي يربط بها المصباح الومضي والتي تتألف هذه الدائرة من متسعة وملف ومقاومة (المصباح الومضيّ) ومجهز قدرة مستمر كما مبين بالشكل (٦-٢) .



ثرة
فإن

الشح

الدائرة سوف تكتمل ثم يبدأ التيار بالمرور إي إن هنالك تياراً مقداره I سوف يسري بالدائرة إلى أن تستنفد كل الطاقة المخزونة داخل المتسعة علماً أن الطاقة تستهلك من قبل المقاومة R التي تمثل مقاومة الغاز داخل المصباح حيث إن التيار المتولد I غير ثابت وإن قيمته تتغير مع الزمن والطريقة

التي يتغير فيها تعتمد على مكونات الدائرة ويمكن التعبير عن التيار دالةً للزمن كما هو في العلاقة التالية [٣٢]

$$I = \sqrt{2} \pi f C V \exp(-Rt/\sqrt{2}L) \sin(\sqrt{2} \pi f t) \quad (١-٢)$$

حيث ان f هو تردد تذبذب التيار (Reining frequency)

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}} \quad \text{-----} \quad (2-2)$$

حيث إن $Rt/2L$ هو عامل الإخماد (Damping factor) والذي قيمته تتراوح ما بين (0.6---1)

t: تمثل الزمن وقيمته = صفر لحظة قرح المصباح

V: الفولتية على طرفي المتسعة عند الزمن t

ومن العلاقة (2-1) فإن تيار التفريغ سوف يتصرف بأحدى الطرئق الثلاث الآتية اعتماداً على قيم مكونات الدائرة والشكل (2-7) يوضح سلوك التيار للحالات الثلاث .

الحالة الأولى: عندما تكون قيمة المقدار $\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2} > 0$ (أكبر من الصفر) أي ذات قيمة موجبة فإن

التيار سوف يتذبذب وتردد التذبذب يمكن حسابه من العلاقة (2-2) ومثل هذا النوع

من التفريغ الذي حددته قيم مكونات الدائرة غير مرغوب فيه في تشغيل المصباح حيث

يتوقف المصباح عن الإشعاع في كل مرة تصل فيه قيمة التيار للصفر كما هو في

الشكل (2-7a) وفي نفس الوقت فإن الفولتية تعكس قطبيتها عبر المتسعة فيتولد تيار عكسي

في حدود 20% من قيمة التيار الأعظم وهذا من الممكن أن يؤدي إلى توليد إجهادات

شديدة على عازل المتسعة وبالتالي نقصان عمر المتسعة .

الحالة الثانية: عندما تكون قيمة المقدار $\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2} < 0$ (أي سالبة) فإن التيار يأخذ سلوكاً مشابهاً

لما هو موضح بالشكل (2-7b). وهذا السلوك يعرف بـ (over damped) حيث إن

وصف هذا التيار يعدّ من الأمور الصعبة ولكن بشكل تقريبيّ فإن زمن النهوض

(rise time) يعطى بالعلاقة .

$$t_r = 2L/R \quad \text{-----} \quad (2-3)$$

أما زمن انحدار التيار (decay time) فيعطى بالعلاقة التالية.

$$t_d = RC \quad \text{-----} \quad (2-4)$$

لذا فإن التيار عندما يتصرف (over damped) وفي شكل شديد فإنه يؤدي إلى زمن نهوض قصير جداً

مقارنةً مع زمن الانحدار وهذا يسبب إجهاداً غير ضروريّ على المصباح .

الحالة الثالثة: وهي الحالة المفضلة لعمل المصباح وهي عندما يعمل بشرط الإخماد الحرج

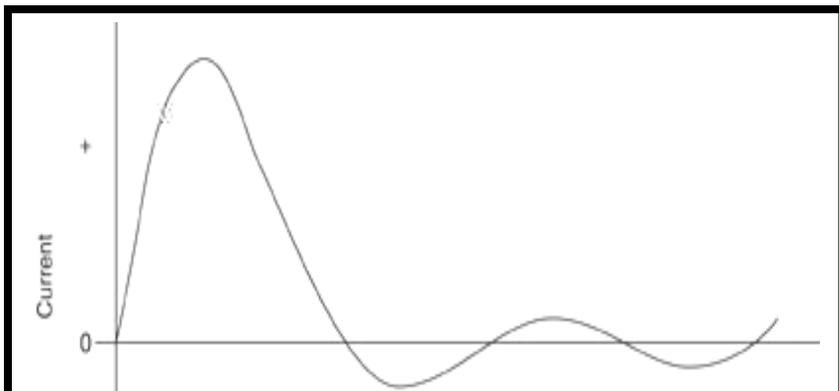
(critical damped) وكما هو في الشكل (2-7c) والذي يتحقق عندما تكون قيمة المقدار

$$\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2} = 0 \quad \text{ويتحقق الإخماد الحرج عند قيم } L \text{ و } C \text{ الآتية .}$$

$$C = \frac{4L}{R^2} \quad L = \frac{R^2 C}{4}$$

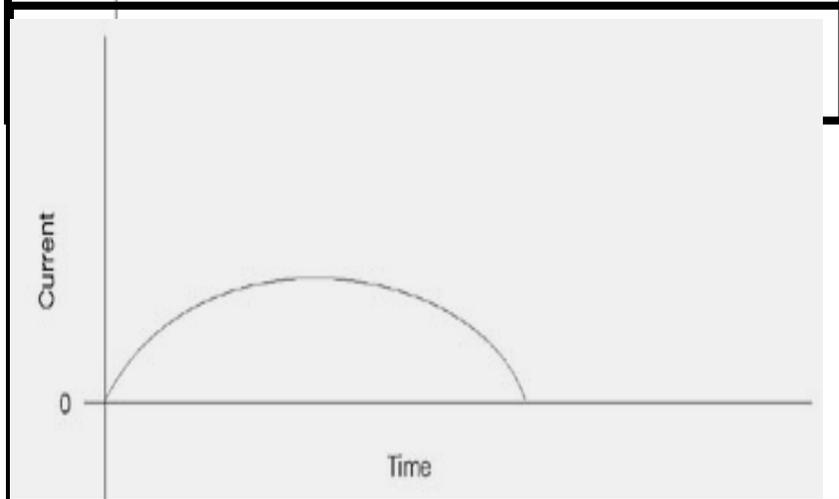
$$R = 2 \sqrt{L/C} \quad \text{-----} \quad (2-5)$$

والمعادلات أعلاه يمكن أن تستخدم لحساب قيم L و C اللازمة لتوليد التيار بإخماد حرج (critical damped) [٣٦].



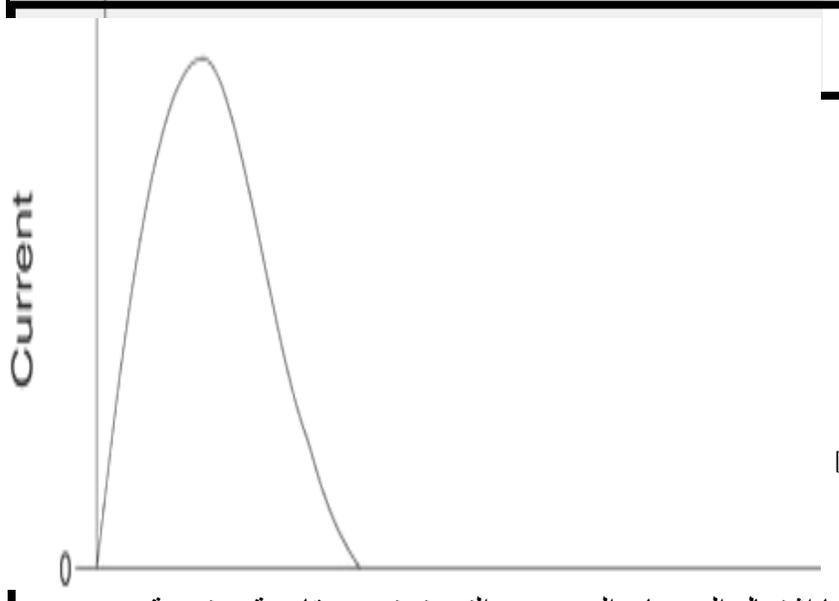
(٧a-٢) منحنى التيار عندما قيمة المقدار

$$1/LC - R^2/4L^2 > 0$$



(٧b-٢) منحنى التيار عندما قيمة المقدار

$$1/LC - R^2/4L^2 < 0$$



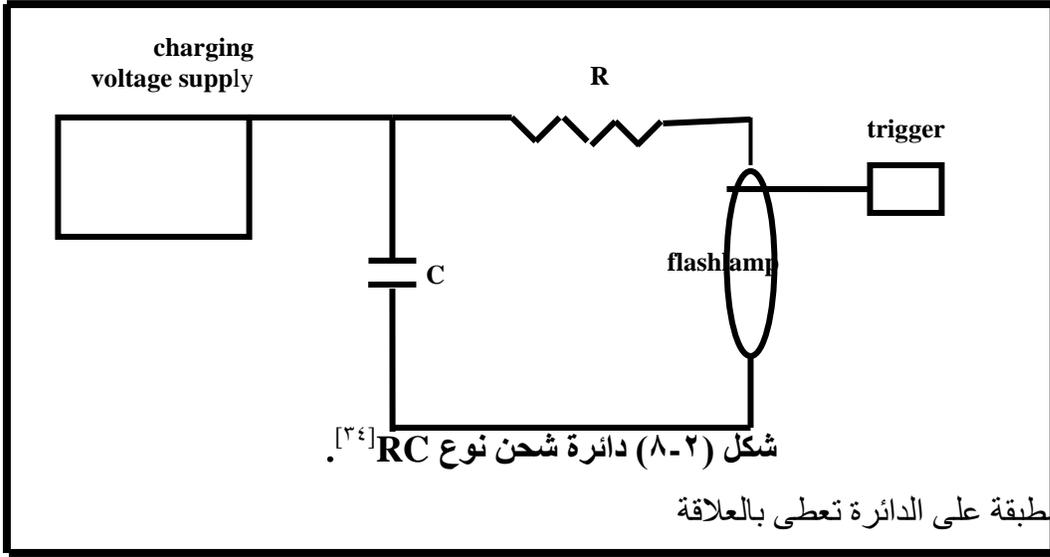
(٧c-٢) منحنى التيار عندما قيمة المقدار

$$1/LC - R^2/4L^2 = 0$$

شكل (٧-٢) [٣٦]

ثانياً- دائرة شحن نوع RC [٣٦]:

وهي أبسط أنواع الدوائر التي يمكن بواسطتها اشتغال المصباح الومضي والتي تحتوي مقاومة ومكثف ومصدراً مستمراً بحيث تربط جميعها على التوالي علماً أن المقاومة هي تمثل مقاومة المصباح كما هو في الشكل (٨-٢).



شكل (٨-٢) دائرة شحن نوع RC [٣٤].

الفولتية المطبقة على الدائرة تعطى بالعلاقة

$$V_o = V_R + V_C \quad (٦-٢)$$

ويمكن كتابة العلاقة بالشكل التالي

$$V_o = tR + q/C$$

$$V_o = (dq/dt) R + q/C$$

وبترتيب العلاقة الأخيرة نحصل على

$$dq/dt + q/RC = V_o/R \quad (٧-٢)$$

وبحلّ العلاقة (٧-٢) تفاضلياً نحصل

$$q = CV_o + A \exp(-t/RC) \quad (٨-٢)$$

حيث إن A ثابت التكامل

عندما $t = 0$ فإن $q = 0$

$$q = CV_o + A$$

وعليه فإن

$$A = -CV_o \quad (٩-٢)$$

فعند تعويض (٩-٢) في العلاقة (٨-٢) سوف نحصل

$$q = q_o [1 - \exp(-t/RC)] \quad (١٠-٢)$$

في أثناء التفريغ

وعندما $t = 0$ فإن $q_o = CV_o$

فعند اشتقاق معادلة (٢-١٠) بالنسبة للزمن نحصل

$$I=I_m \exp (-t/RC) \quad \text{-----} \quad (١١-٢)$$

وعند التعويض عن $t=RC$ فإن

$$I=٠.٣٧I_m \quad \text{-----} \quad (١٢-٢)$$

حيث عندما $t =RC$ فإن هذا الزمن يعرف بالثابت الزمني للدائرة ويرمز له بالرمز τ ويقاس بوحدات الثانية .

$$\tau =RC \quad \text{-----} \quad (١٣-٢)$$

علمًا أن الطاقة المخزونة في متسع الخزن تعطى بالعلاقة الآتية.

$$E=٠.٥CV^2 \quad \text{-----} \quad (١٤-٢)$$

تستخدم دائرة شحن نوع (RC) في دوائر المصابيح الومضية ذات النبضات الطويلة لأنها تعد ابسط الدوائر تصميمًا وأقل كلفة" إضافة إلى أن عرض النبضة يمكن التحكم به من خلال قيمة المتسعة (C) .

٢-٢ : منظومات القذح وأنواعها [٣٤] :

Trigger Systems and their Types

في أثناء عملية التفريغ الكهربائي داخل الأوساط الغازية تكون مقاومة الوسط قبل التفريغ عالية جدًا". أما عند تسليط الفولتية على طرفي مصباح يحوي غازا " معينًا" فإن كمية التيار المارّ خلاله تكون مساوية إلى الصفر , وبزيادة مقدار الفولتية فإن التيار سوف يسري بين الأقطاب ويزداد مقداره تدريجياً" وصولاً إلى فولتية الانهيار التي عندها تتحول كمية كبيرة من ذرات الغاز إلى أيونات وهذه الفولتية غالباً ما تكون عالية .

ولغرض خفض هذه الفولتية تستخدم منظومة قذح ابتدائي , حيث تصمم عادة" دائرة شحن المصباح بحيث تكون فولتية الشحن العظمى أقل بقليل من جهد تأين الغاز الموجود داخل المصباح, وفي هذه الحالة فإن المصباح يعمل عمل مفتاح مفتوح , بحيث يمنع الدائرة من أن تفرغ شحناتها المخزونة في المتسعة, وأن الدائرة تصبح تامة عندما يتأين غاز المصباح بنبضة فولتية تزيد قيمتها على جهد التأين التي تولدها دائرة القذح الابتدائي .

وهناك عدة انواع من دوائر القذح :وهي بحدود اربعة انواع

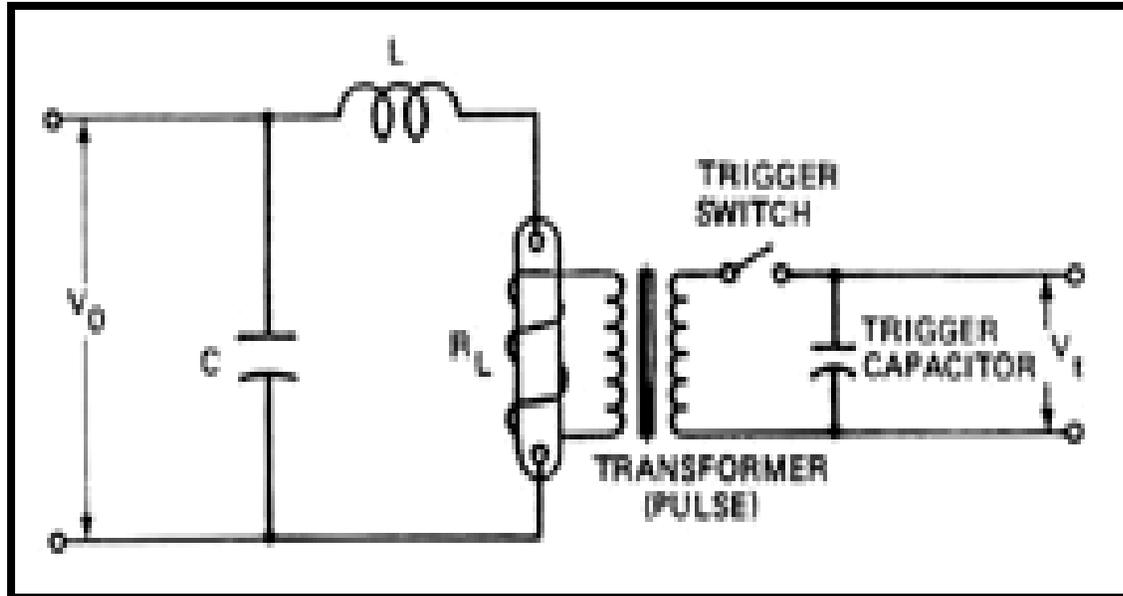
External trigger

أولاً- القذح الخارجي :

ان دائرة القذح الخارجي تتميز بالبساطة وصغر الحجم وقلة التكاليف وسهولة الاستعمال حيث يتم ربط الملف الثانوي لمحولة القذح الخارجية إلى سلك القذح الملفوف حول غطاء المصباح فعند غلق مفتاح القذح فإن متسعة القذح سوف تفرغ شحناتها عبر الملف الابتدائي للمحولة وبما أن المحولة من النوع الرافع وبنسبة

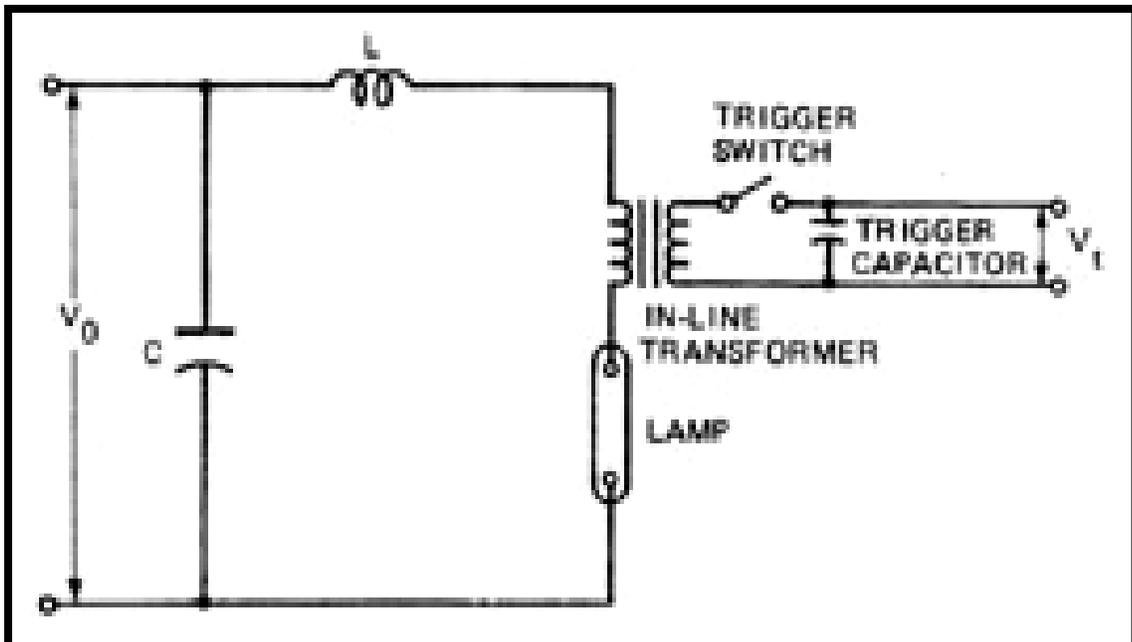
رفع عالية لذا سوف تتولد نبضة فولتية عالية وبزمن تأثير قصير عبر الملف الثانوي وعادة تصل قيمة هذه الفولتية إلى حدود 12kV وبزمن تأثير في حدود المايكروثانية ، وعادة" فإن نبضة فولتية بهذه المواصفات تكون كافية لقدح المصباح وبموثوقية عالية .

والشكل (٩-٢) يوضح هذا النوع من القدح



ثانياً -

في هذا النوع من القدح يربط الملف الثانوي لمحولة القدح على التوالي مع المصباح الومضي ومنتسعة الخزن والمحاثة ، حيث ان المحاثة تقوم بدور تشكيل النبضة . علماً ان هذا النوع من القدح يوفر موثوقية عالية للقدح إلا ان محولة القدح ذات كلفة عالية . الشكل (١٠-٢) يوضح هذا النوع من القدح

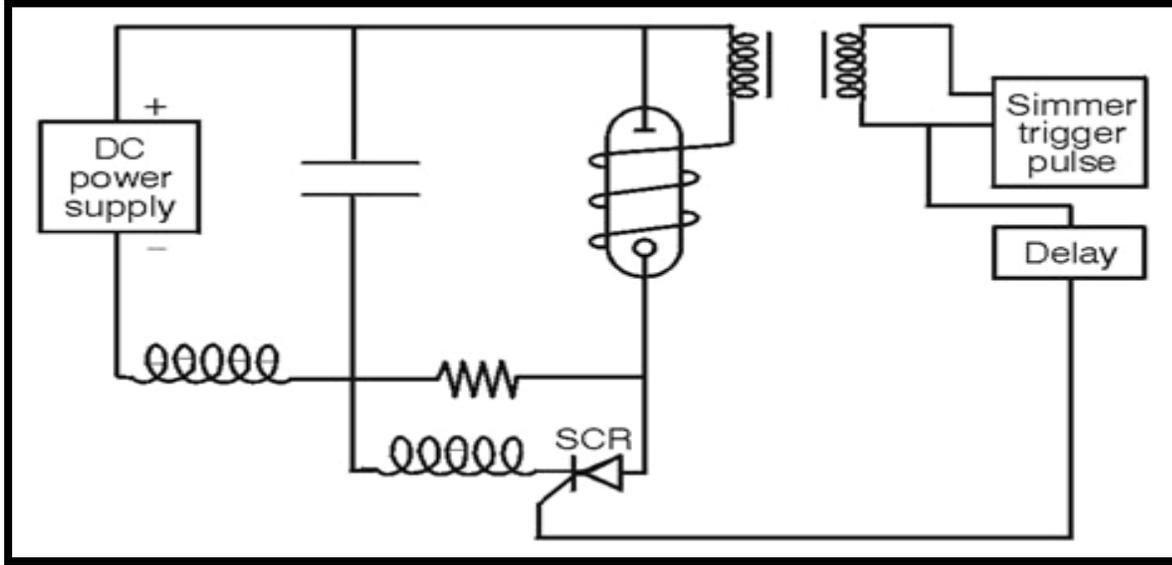


ثالثاً -

تستخ

هذه الدوائر نوع (SCR) والذي يعمل على عزل فولتية المكثف عن المصباح الومضي . علماً ان في هذا

النموذج تكون القدرة (DC) المارة خلال المصباح واطئة والتيار المار بحدود (٥٠-١٠٠) ملي امبير وقدرة القذح تقع ما بين (١٠-١٥) واط. والشكل (٢-١١) يوضح هذا النوع من القذح .

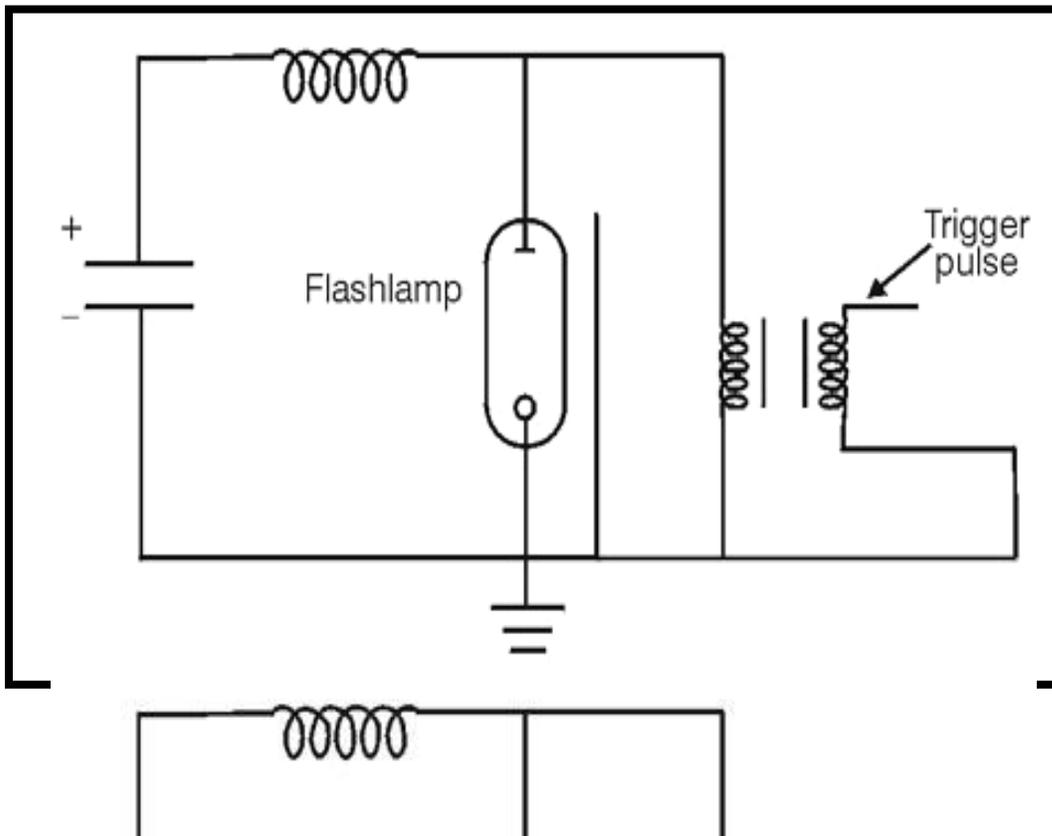


Pseudo simmer trigger

رابعاً- غرفة الشرارة الكاذبة :

مثل هذا النوع من القذح يوجد في اغلب انظمة الليزر لكون الفترة ما بين نبضة واخرى يتراوح ما بين (١٠٠-٢٠٠) ملي ثانية .

والشكل (٢-١٢) يوضح هذا النوع من القذح



والذي يهمننا من أنواع القرح المذكورة هو القرح الخارجي (External trigger) حيث استخدم هذا النوع من القرح في المنظومات التي تم بناؤها .

٢- ٣ : المعاملات الكهربائية للمصباح في أثناء الاشتغال :

إن الخواص الكهربائية للمصابيح الوضوية تختلف باختلاف أشكالها كالطول والقطر والضغط ونوع الغاز الموجود داخل المصباح ، كذلك عرض النبضة لها تأثير على خواص المصباح الكهربائية لذا فإن هذه الخواص في أثناء التفريغ يمكن أن تحسب من الصيغة العامة التي تحسب بها المقاومة الكهربائية^[٣٢] .

$$R = \rho L / A \quad \text{-----} \quad (١٥-٢)$$

حيث إن ρ : المقاومة النوعية للبلازما المتولدة من غاز الزنون في أثناء التفريغ الكهربائي وتقاس بوحدات (Ω.cm)

L: طول القوس الكهربائي (المسافة بين الأقطاب) بوحدات cm .

A: مساحة المقطع العرضي للبلازما المتولدة بوحدات cm^٢ .

علماً إن المقاومه النوعية للمصباح الوضوي الزنوني محصورة ما بين (٠.٠١٥-٠.٠٢٥)Ω.cm والتي تعتمد على زمن أنبضه (pulse duration)

جدول (٢)

قيم ρ عند قيم محددة لعرض النبضة^[٣٢]

$\rho(\Omega.cm)$	pulse duration (sec)
٠.٠١٥	$t < 100 \mu s$
٠.٠٢٠	$1 ms > t > 100 \mu s$
٠.٠٢٥	$t > 1 ms$

علماً أن ذروة التيار I_m يمكن حسابها من العلاقة

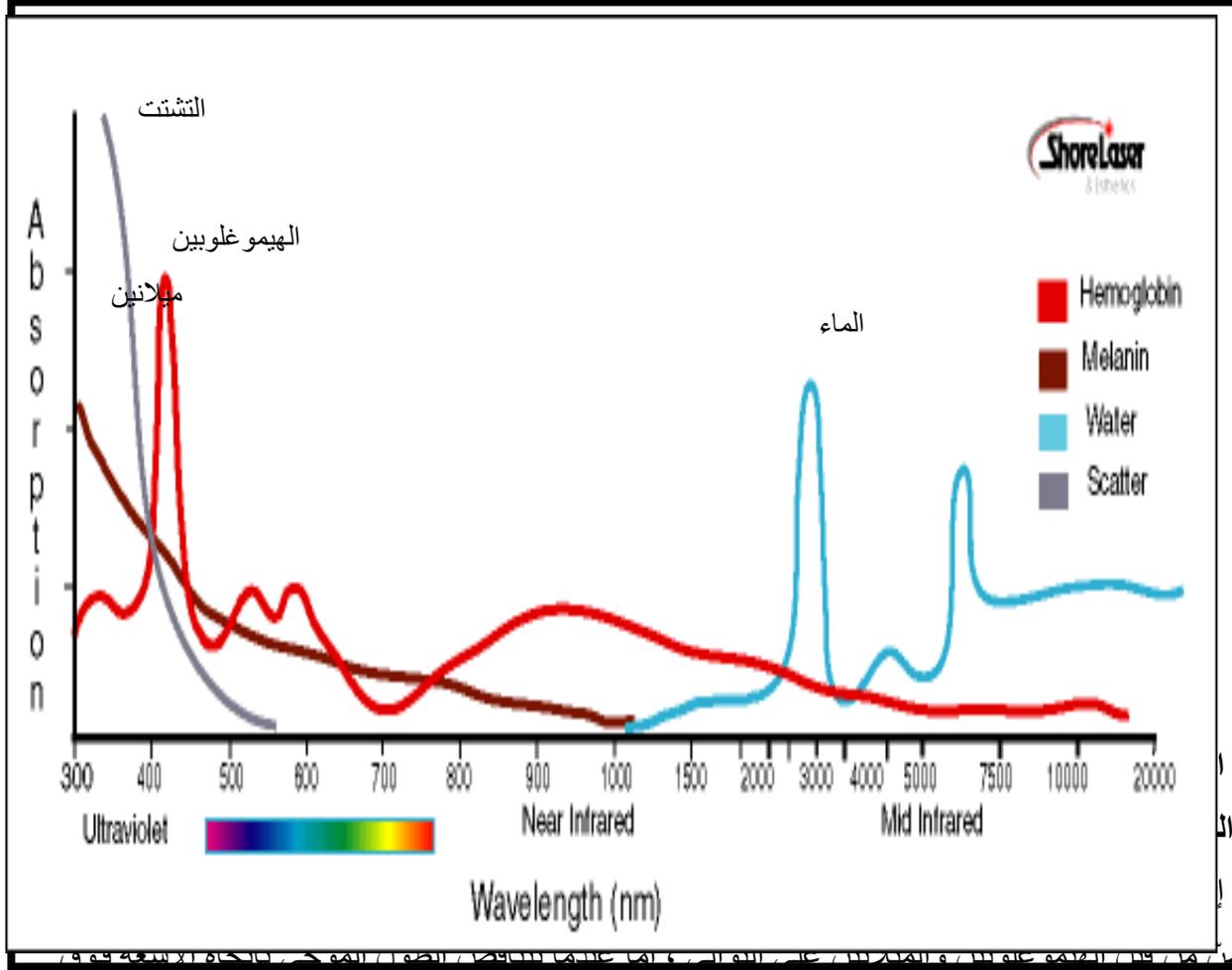
$$I_m = V_o / R \quad \text{-----} \quad (١٦-٢)$$

حيث إن V_o : الفولتية ألمطبقة (فولت) و R : مقاومه المصباح (Ω)

٢- ٤ : تفاعل الضوء مع الأنسجة: (Interaction of light with tissues)

عندما يسقط ضوء على نسيج (أية مادة) فإن جزءاً من الضوء سوف ينفذ والقسم الآخر سوف ينعكس ، القسم النافذ سوف يعاني امتصاصاً واستطارة اعتماداً على النسيج والطول الموجي للضوء الساقط . ولكل نوع من الأنسجة خواصه الذاتية في الامتصاص وهذا يعتمد على طبيعة النسيج ومكوناته^[٣٣] , فعلى سبيل المثال الجلد الذي يتألف من أوعية دموية , وغدد عرقية , و صبغات ومن أهم المركبات التي يحويها الجلد

وتعمل على امتصاص الضوء هي الهيموغلوبين (Hemoglobin) الذي يحويه الدم وكذلك الميلانين (Melanin) الذي تحويه البشرة والشعر. والميلانين تتشأمن حامض اميني يسمى (التايروسين) (Tyrosine) , والتي تتكون في خلايا (الميلانوسايت) والتي تفرز الميلانين على شكل حبيبات تدعى (الميلتاسوم) وهذه الحبيبات تتفاعل مع ضوء الشمس فتعطي لون البشرة. وكذلك الماء الموجود في جميع خلايا الأنسجة الحية [١٧] .
والشكل (٢-١٣) يوضح طيف الامتصاص لهذه المركبات .



البنفسجية فإنه سوف يعاني استنطارة شديدة مما يؤدي إلى تحديد عمق نفوذ الضوء خلال النسيج . فعندما يمتصّ الضوء من قبل النسيج فإن كمية الطاقة الممتصة وطريقة تفاعل النسيج مع الضوء تعتمد على عاملين أساس هما الشدة وزمن التعرض أو زمن التأثير حيث إن الضوء ذا الشدة العالية (ذا القدرة العالية لوحدة المساحة) وذا زمن تأثير قصير في حدود (ns) أو أقلّ من ذلك فإن هذا الضوء بهذه المواصفات سوف يؤدي إلى تمدد انفجاريّ للنسيج وهذا النوع من التأثير يعرف بالتأثير الميكانيكيّ الضوئي(Photomechanical) أو التأثير السمعي الضوئي (Photoacoustic) أما الضوء ذو الشدة الأقل وزمن التأثير الأطول فإنه سوف يؤدي إلى تسخين سريع أي يؤدي إلى تأثير حراريّ ضوئي(Photothermal) ، أما الضوء ذو الشدة القليلة وزمن التأثير الطويل فإنه سوف يؤدي إلى تأثير كيميائيّ ضوئيّ (Photochemical) والذي يحدث إما بطريق الانتقال البطيء للحرارة أو بطريق تفاعلات

كيميائية كما هو في حالة العلاج الديناميكي الضوئي (Photodynamic) وسوف نتطرق للتأثير الحراري الضوئي بشيء من التفصيل وذلك لكون إزالة الشعر تعتمد على هذا التأثير، فعندما يمتص الضوء من قبل الصبغة التي يحويها النسيج فإن الحرارة سوف تتراكم في هذا النسيج وإن كمية الحرارة هذه تعتمد على زمن التعرض ونتيجة لهذه الحرارة فإن النسيج سوف يتلف (Vaporization) أو يتخثر (Coagulation) أو يحدث التأثيران معاً للنسيج، حيث إن الأنسجة تتلف عند درجة حرارة ١٠٠ مئوية.

عادةً " عندما يتلف النسيج أو يتخثر فإن هنالك تلفاً حرارياً سوف يحدث للأنسجة المحيطة بالنسيج المتخثر أو المتبخر بسبب انتقال الطاقة الحرارية وكذلك بسبب الاستطارة ، ولغرض تقليل هذا التلف وزيادة التأثير في المنطقة المستهدفة فإن الحزمة الضوئية تشكل في صورة نبضات ذات زمن تأثير مساوٍ لزمن الاسترخاء الحراري لذلك النسيج (Thermal relaxation time) الذي يعرف على أنه الزمن الذي يحتاجه الهدف لكي يبرد بحيث تنخفض درجة حرارته إلى نصف الدرجة التي وصل إليها وهو مساوٍ عددياً وبشكل تقريبي إلى مربع قطر النسيج المستهدف ، لذلك عندما ينتخب زمن التعرض أو زمن التأثير يكون مساوياً إلى زمن الأسترخاء الحراري للنسيج (TRT) في هذه الحالة فإن التسخين سوف يكون منتخباً وإذا ما تم انتخاب الطول الموجي المناسب أي الذي يحدث عنده أعلى امتصاص من قبل النسيج مع وجود كثافة طاقة كافية لإحداث تبخر أو تخثر للنسيج مع زمن التأثير المناسب المساوي لزمن الأسترخاء الحراري للنسيج فإن قتلاً أو تلفاً حرارياً منتخباً (Selective photothermolysis) سوف يحدث للنسيج المستهدف^[٣٦-٣٥]

٢- ٥ : الشعرة ودورة حياتها :

الشعرة تتكون داخل تركيب يشبه الحقيبة أو الجراب (Punch - Luke) يوجد داخل تركيب الجلد يدعى جراب الشعرة (Hair follicle) وإن الجزء الذي يلاحظ من الشعرة هو ساق الشعرة الذي يمثل نسيجاً صلباً ينشأ عن جراب الشعرة ، والشعر يوجد في معظم مناطق الجسم ماعداً مناطق قليلة مثل باطن الكف والرجل ويكون على نوعين ، الأول ناعم ولا يحوي صبغة ويكاد يرى بالعين المجردة ويعرف (Vellus hair) والنوع الآخر الذي يكون سميكاً مليئاً بالصبغة (صبغة الميلانين) والذي يعرف (Terminal hair) وإن كل شعرة تنمو في شكل مستقل وإن نموها يعتمد على العمر ، والوزن ، والهرمونات ، والحالة الصحية ، والموقع أو المكان . وإن جميع الشعر يمر بثلاثة أطوار نمو مميزة هي .

أ- طور النمو الفعال : (Anagen phase)
في هذا الطور تحوي الشعرة على وفرة من صبغة الميلانين ، وتبقى الشعرة فترة زمنية طويلة تمثل تقريباً معظم حياتها .

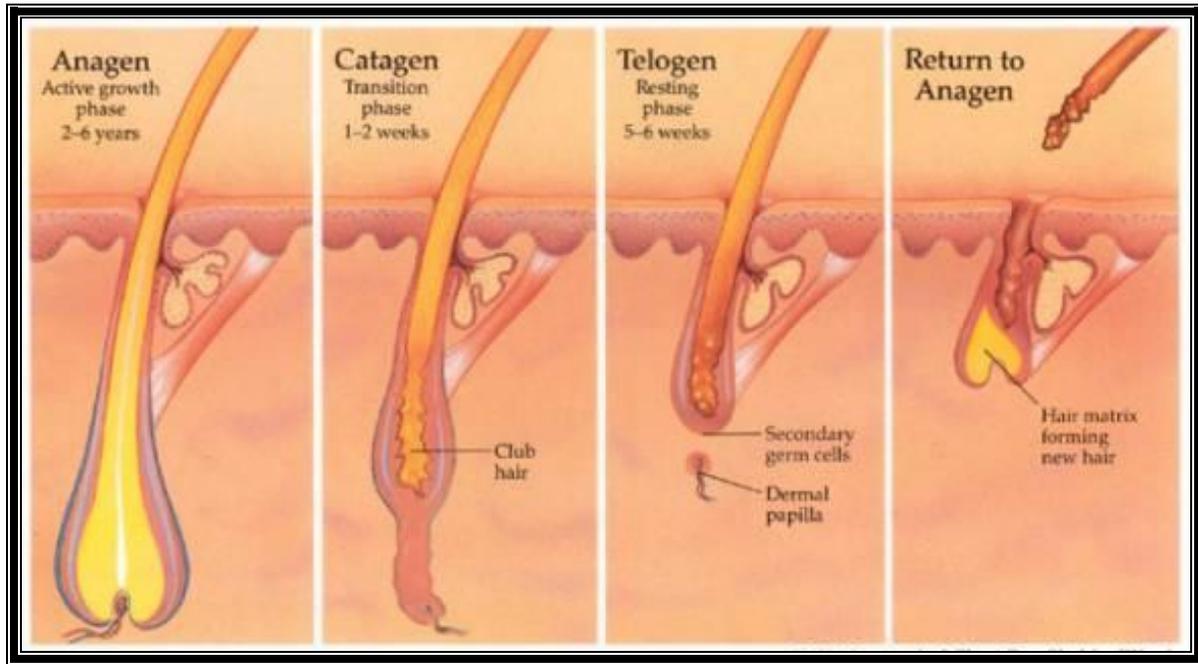
ب- طور النمو الانتقالي : (Catagen phase)

الجزء الأسفل الذي يقع في العمق في هذا الطور يتوقف عن النمو ولكنه لن يسقط وجوراب الشعرة في جزئه الأسفل يعاد امتصاصه ، وهذا الطور لايدوم كثيراً.

ج- طور الاستراحة : (Telagen phase)

الشعرة القديمة في هذا الطور تسقط خارجاً ويتمّ التهيؤ لدورة جديدة ، وإن هذا الطور لايدوم طويلاً وهو أطول من الطور الانتقالي [٣٩-٣٨-١٦].

وقد أوضحت الدراسات أن إزالة الشعر باستخدام الضوء النبضي ذي الشدة العالية يكون مؤثراً عندما تكون الشعرة في طور النمو الفعال حيث تحوي وفرةً كبيرةً من صبغة الميلانين المسؤولة عن امتصاص الضوء في مده الطيفي الواقع بين (٦٠٠-١١٠٠) نانومتر والشكل (٢-١٤) يوضح هذه الأطوار [٤٠]. والجدول (٣) يبين الفترة الزمنية التي تمكث فيها الشعرة في الأطوار المختلفة للنمو وفي مناطق مختلفة من الجسم.



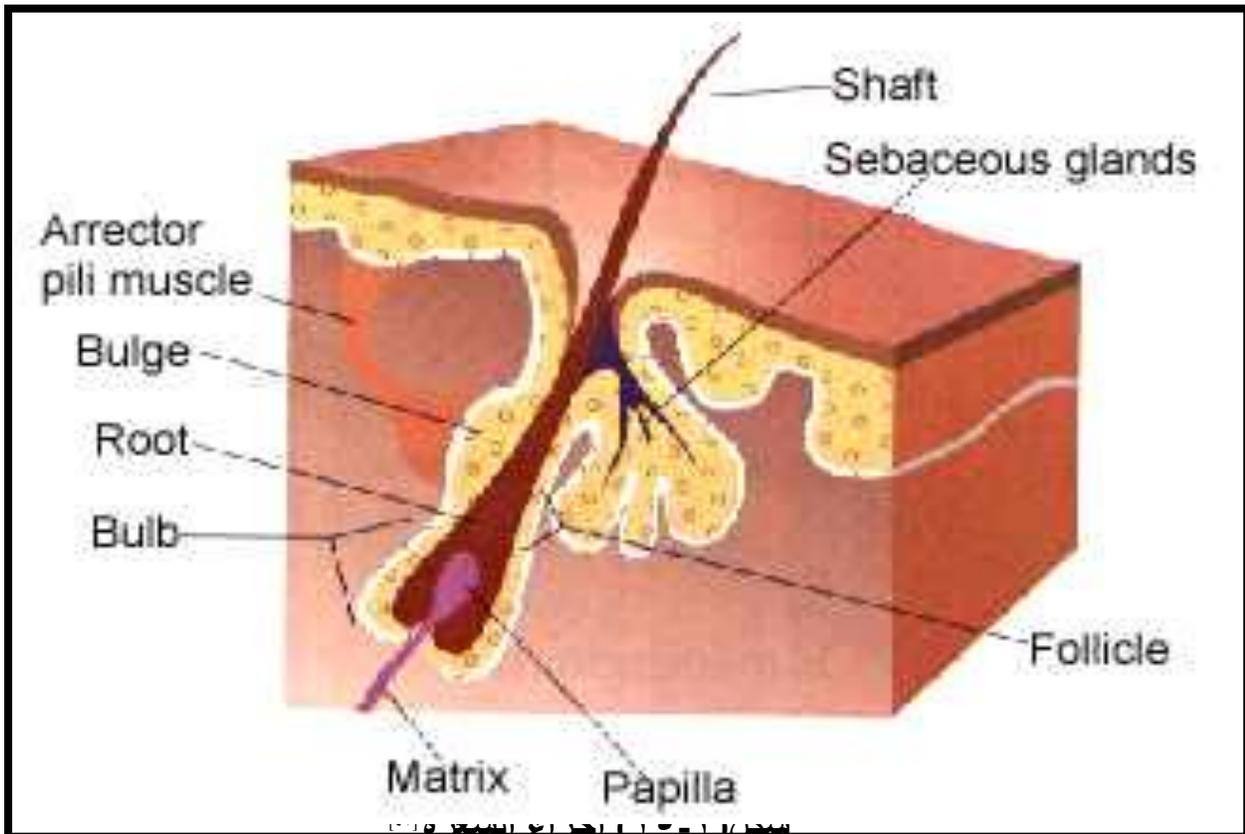
الفترة الزمنية التي تمكث فيها الشعرة في الأطوار المختلفة للنمو وفي مناطق مختلفة من الجسم [١٢]

Body site	Anagen month	Anagen %	Telogen month	Telogen %	Total month	Depth of follicle
Arm	١-٢	٢٠	٣-٥	٨٠	٤-٧	(٢-٤) mm
Upper lip	٣-٤	٣٠	١-٢	٧٠	٤-٦	(٢-٥) mm
Back	٣-٦	٣٠	٣-٦	٧٠	٦-١٢	(٤-٥) mm
Bikini	٢-٣	٣٠	٣-٤	٧٠	٥-٧	(٤-٥) mm
Axilla	٣-٤	٣٠	٢-٣	٧٠	٥-٧	(٤-٥) mm
Legs	٣-٦	٢٠	٣-٦	٨٠	٦-١٢	(٢-٤.٥)mm

حيث من الجدول نستطيع أن نتوصل إلى أنه لا يمكن إزالة الشعر بجلسة واحدة حيث إن عملية الإزالة فعالة على الشعر في طور الفحل وحيث إن نسبة من الشعر توجد في هذا الطور وعليه فإن هذه النسبة من الشعر هي المرشحة أكثر من غيرها لعملية الإزالة ، كذلك من الجدول نتوصل إلى أنه توجد فترة فاصلة بين جلسة وأخرى وهي متغيرة وتعتمد على المنطقة المرادة معالجتها وتعتمد بشكل أو بآخر على الفترة الزمنية التي تقضيها الشعرة في طور الاستراحة وتتراوح بين الشهر الواحد والستة الأشهر ، كذلك يتضح وجود فترة زمنية يجب الانتظار عندها لتحديد فعالية عملية الإزالة وهذه الفترة تحدد من الفترة الزمنية التي تحتاجها الشعرة لإكمال دورة كاملة وهي تختلف حسب مناطق الجسم وتتراوح بين الثلاث الأشهر للشفة العليا إلى السنة في حالة الأرجل والجزء الخلفي من الجسم^[١٢]

٢- ٦ : الأسس العلمية والاعتبارات العملية لإزالة الشعر إزالة دائمة باستخدام الضوء النبضي ذي الشدة العالية (IPL) : Scientific Principles and Practical Aspects for Hair Removal by Intense Pulsed Light

إن إزالة الشعر في شكل دائم باستخدام الضوء النبضي ذي الشدة العالية (IPL) يعتمد أساسا على الصبغة التي يحويها ساق الشعرة الموجودة أيضا في الثلث الأعلى من النسيج المبطن لجوراب الشعرة والمعروفة بصبغة الميلانين (Melanin) (نفس هذه الصبغة موجودة في البشرة) (epidermis) ولكن بتركيز أقل والشكل (٢-١٥) يوضح الأجزاء الأساسية للشعرة .



عند اختيار مصدر مناسب للضوء وليكن (IPL) وتعرض البشرة لهذا المصدر الضوئي ، فإن قسمًا من طاقة المصدر الضوئية سوف تمتص من قبل ساق الشعرة وكذلك من قبل النسيج المبطن لجوراب الشعرة والذي يحوي هذه الصبغة ، ونتيجة لامتصاص الطاقة فإن الحرارة سوف تتولد ، هذه الحرارة لا تلبث أن تنتشر وتصل إلى معظم أجزاء الشعرة بما فيها كلّ النسيج المبطن لجوراب الشعرة وإذا كانت هذه الحرارة كافية لكي ترفع درجة حرارة الأنسجة الأساسية للشعرة والمسؤولة عن إعادة نمو الشعرة إلى درجة حرارة ٧٠ درجة مئوية فإن الشعرة سوف تقتل ويكون هذا القتل منتخبا إذا ما أحسن اختيار الطول الموجي ، وأمد النبضة ، وكثافة الطاقة والمساحة المؤثرة للنبضة حيث إن إزالة الشعر في شكل دائمٍ تعتمد أساساً على مبدأ القتل الحراريّ المنتخَب (Selective photothermolysis) [٤١] .

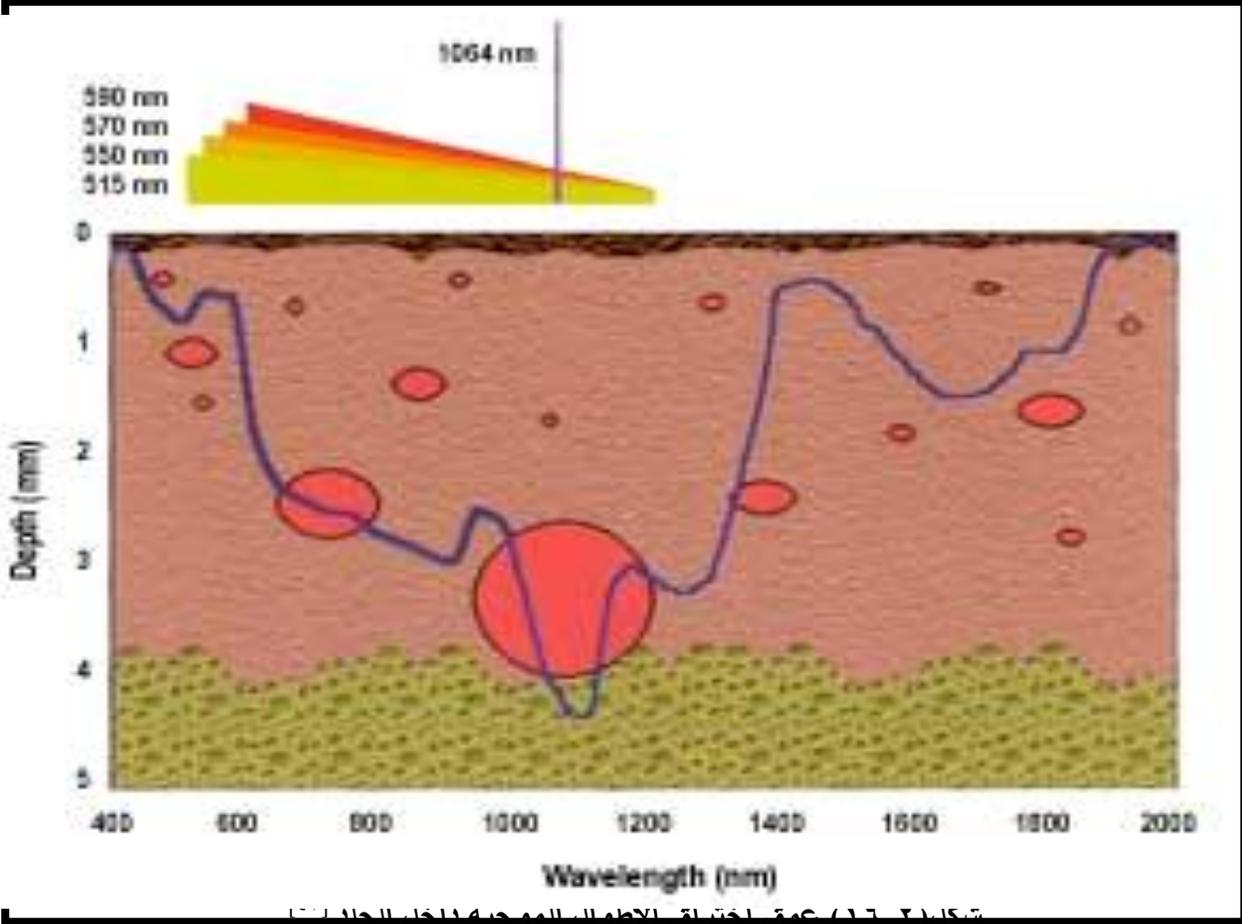
١ – الطول الموجي : Wavelength

إن اختيار الطول الموجي يعتمد على عاملين أساسيين هما العمق المراد الوصول إليه وإمكانية امتصاصه من قبل النسيج المستهدف ، وإن الأطوال الموجية الواقعة بين (٦٠٠-١١٠٠) نانومتر تمتص في شكل جيد من قبل الميلانين (Melanin) وكما هو موضح بالشكل (٢-١٣).

إن أي اختراق عميق لأنسجة الجلد (البشرة والأدمة) ضروري لإزالة الشعر وذلك لأن عملية قتل الشعرة تحتاج إلى قتل الأجزاء العميقة لمكونات الشعرة والمسؤولة عن إعادة توليد الشعرة مثل البصلة (Bulb) ، التي تقع معدلاً على عمق يتراوح بين (٣-٥) مليمترات في معظم مناطق الجسم [٤٢].

إن عمق الاختراق الذي يحققه الضوء ضمن منطقة الاهتمام (٦٠٠-١١٠٠) نانومتر يعتمد على الامتصاص والاستطارة التي تعانيها هذه الأطوال الموجية من قبل أنسجة الجلد . حيث نلاحظ كما يوضحه الشكل (٢-١٣) .

أن الأطوال الموجية الواقعة بين (٦٠٠-١١٠٠) نانومتر تعاني امتصاصاً ضعيفاً من قبل الهيموغلوبين وتمتص من قبل صبغة الميلانين حيث توجد هذه الصبغة كما ذكر سابقاً في ساق الشعرة والجزء العلوي من النسيج المبطن لجوراب الشعرة وبكمية أقل في البشرة (epidermis) ، وكذلك نلاحظ أن قابلية صبغة الميلانين على الامتصاص تقلّ مع ازدياد الطول الموجي وهذا يعني أن الأطوال الموجية الطويلة لها قدرة اختراق أعلى من الأطوال الموجية الأقصر. الشكل (٢-١٦) يوضح عمق الاختراق مقابل الطول الموجي [٤٣] .



شكل (٢-٦) عمق اختراق الأطوال الموجية داخل الجلد.

والجدول (٤) يوضح عمق بصلة الشعر ولمواقع معينة من جسم الإنسان مع الأطوال الموجية المؤثرة بها

جدول (٤)

عمق بصلة الشعر بوحدات المليمتر في معظم مناطق الجسم [٤٣].

المنطقة	معدل العمق mm	الطول الموجي المؤثر nm
Upper lip	١-٢.٥	٥٦٠-٧٠٠
Chin and cheeks	٢-٤	٧١٠-٨٤٠
Leg and thighs	٢.٥- ٤.٦	٨٥٠-١٠٠٠
Pubic area and turnk	٢-٤.٧٥	٩٠٠-١٢٠٠

علمًا أن جلد الإنسان يمكن تصنيفه إلى أنواع تبعًا لتأثره بالأشعة فوق البنفسجية التي أخذت أساسًا لتصنيف الجلد ، حيث قام العالم (Tomas Fitzpatrick) بتصنيف الجلد إلى ستة أنواع معتمدًا على تأثيرها بالأشعة فوق البنفسجية وبلون الشعر ونوع الجلد [٤٣-١٥].

جدول (٥).

تصنيف Tomas Fitzpatrick

Skin Type	Skin Color	Tanning History
I	Very fair, "transparent"	Always burns, never tans
II	Fair	Always burns, tans with difficulty
III	Fair to light olive	Burns mildly, tans slowly
IV	Olive to brown	Rarely burns, tans with ease
V	Dark brown	Very rarely burns, tans very easily
VI	Black	Never burns, tans very easily

٢- أمد النبضة: إن أفضل مدة النبضة لأفضل قتل حراري منتخب هو ذلك العرض الذي يكون مساوياً أو أقل قليلاً عن

زمن الاسترخاء الحراري للنسيج المستهدف [١٥].

إن زمن الاسترخاء الحراري للشعرة يعتمد في شكل حرج على سمك الشعرة وإن زمن الاسترخاء الحراري للشعرة الذي يقع سمكه بين (٥٠-١٠٠) مايكرومتر هو بين (٣-١٠) ملي ثانية [٤٤]. ولغرض إجراء عملية قتل حراري منتخب مؤثر للشعرة دون إحداث ضرر أو إيذاء للبشرة (epidermis) يتطلب ذلك نبضة ذات أمد بحدود ١٠ ملي ثانية وذلك لكون زمن الأسترخاء الحراري للبشرة بحدود ١٠ ملي ثانية , وكلما ازداد أمد النبضة لنفس كثافة الطاقة فإن البشرة سوف تعاني ضرراً أقل يقابله تأثر أقل من قبل أنسجة الشعرة ، أي تقل كفاءة القتل الحراري المنتخب ، وعليه يجب إحداث موازنة جيدة بين أمد النبضة وكثافة الطاقة [٢٧].

Energy Intensity

٣- كثافة الطاقة :

إن لون الشعر ولون البشرة وعمق بصلة الشعرة تعدّ العوامل الأساس في تحديد أفضل كثافة طاقة يمكن استخدامها، حيث إن البشرة الغامقة من الأنواع (IV to VI) يمكن معالجتها بكثافة طاقة تتراوح بين (٢٥-١٠) J/cm^٢ بينما الأنواع الأخرى من البشريات (الفاتحة) التي تميل إلى اللون الأبيض أي الأنواع (III—I) يمكن معالجتها بكثافة طاقة تتراوح بين (٢٥-٤٠) J/cm^٢ ، حيث أوضحت الدراسات أن عدد الشعر الذي يمكن إزالته في صورة دائمية من مساحة معينة هو دالة لكثافة الطاقة [٤٤]. علماً أن لكل نوع من أنواع البشريات هنالك عتبة لكثافة الطاقة (threshold fluence) بعدها يحدث تغير في لون البشرة [٤٠]. إن كثافة

الطاقة المؤثرة يمكن الاستدلال عليها من خلال تفحم الشعرة (carbonizes) متبوعة بعملية انتفاخ لجوراب الشعرة مع احمرار المنطقة المعرضة للضوء [٢١].

جدول (٥)

يوضح عتبة كثافة الطاقة لأنواع من البشرات [٤٤]

نوع البشرة	عتبة كثافة الطاقة (J/cm ^٢)
I-III	٤٠
IV-VI	٢٥

ولغرض إحداث

عادة"

قتل حراريّ للجزء المستهدف (الشعرة) فإن العملية في كثير من الأحيان تحتاج إلى كثافة طاقة عالية ، هذه الطاقة يجب نقلها الى الهدف (الشعرة) عبر البشرة بدون إحداث تلف مؤلم للبشرة ، لذلك أتجه البحث لإيجاد حلول لهذه المشكلة ومن هذه الحلول إيجاد وسائل تبريد مناسبة للبشرة تعمل على حماية البشرة وفي نفس الوقت تحافظ على الهدف الأساس من العملية وهو القتل المنتخب للشعرة ومن هذه الطرائق :

أولاً :تغطية البشرة بطبقة من هلام مائيّ شفاف: (transparent water based gel)

حيث يعمل هذا الهلام عمل مشتت أو مسرب للحرارة (heat sink) وعمله يمكن أن يلخص بالشكل الآتي :

عندما تسخن البشرة نتيجة لتعرضها للنبضة الضوئية فإن هذه الحرارة المتولدة سوف تنتقل من البشرة إلى الجل بطريق التوصيل وبذلك تنخفض درجة حرارة البشرة ويقلّ الإيذاء أو التلف ، ولكي تتمّ العملية في صورة جيدة فإن نبضة الضوء يجب أن تكون أطول من زمن الاسترخاء الحراريّ للبشرة .

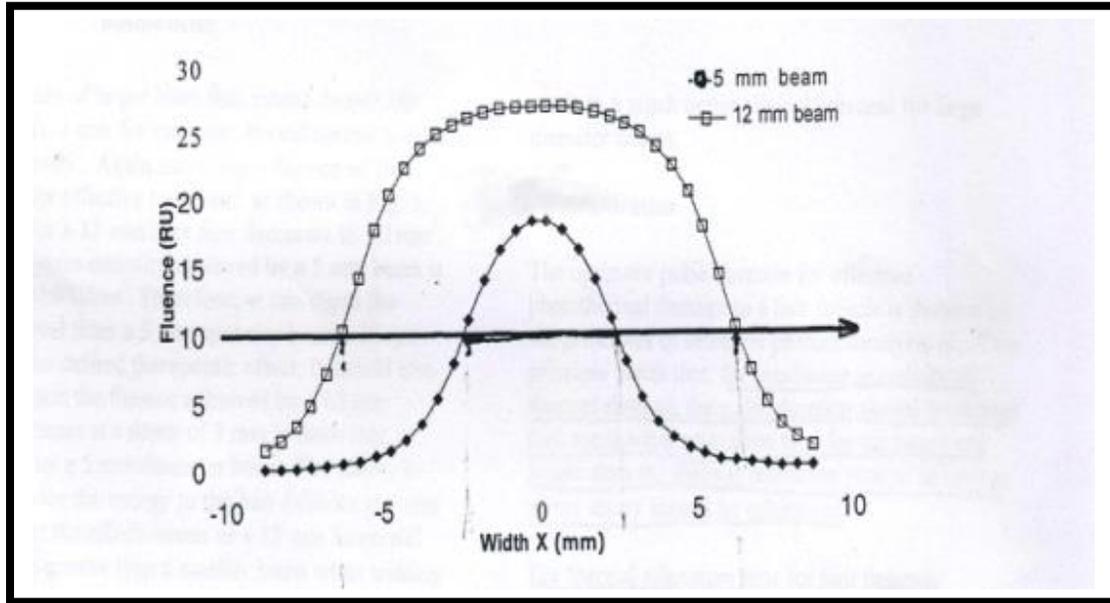
ثانياً : استخدام بلورة شفافة مبردة مثل بلورة الياقوت والتي تكون في حالة تماسّ مع البشرة لحظة تعرض البشرة للضوء .

ثالثاً : استخدام سوائل ذات درجة تبخر واطئة ترشّ على البشرة بزمن محسوب قبل تعرض البشرة للنبضة الضوئية ، هذه السوائل عند تبخرها تعمل على خفض درجة حرارة البشرة .

رابعاً : استخدام الهواء البارد ،حيث يتمّ تمرير هواء بارد في صورة مستمرة على البشرة في أثناء تعرض البشرة للضوء وبالتالي يعمل على تبريد البشرة [١٩-١٤] .

٤- تأثير مساحة الحزمة^[٤٥-٤٦] :

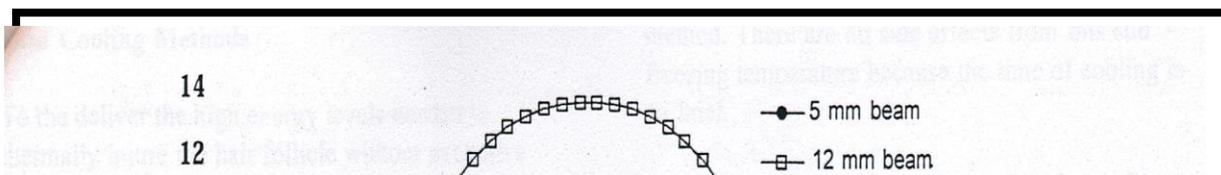
من المعلوم أن تأثير الاستطارة على حزمة الضوء نتيجة لمرورها خلال أنسجة الجلد هو زيادة في مساحة مقطعها العرضي كلما تقدمت داخل الأنسجة ، وهذا يؤدي الى نقصان في كثافة الطاقة والشكلان (١٧a-٢) و (١٧b-٢) يوضحان تأثير عرض الحزمة في كثافة الطاقة المطلوب إيصالها إلى عمق معين وكذلك يوضحان المساحة المؤثرة وعلاقتها بقطر الحزمة قبل دخولها إلى النسيج. حيث الشكل (١٧a-٢) يوضح العلاقة بين كثافة الطاقة وقطر الحزمة على عمق ١.٥ ملليمتر .



لحزمتين قطر الأولى ٥ ملليمترات والثانية ١٢ ملليمترًا . الحزمتان تمتلكان كثافة طاقة متجانسه على مساحة الحزمة ومتساوية للحزمتين قبل الدخول إلى أنسجة الجلد والخط يمثل كثافة الطاقة المؤثرة المفترضة عند 10 RuJ/cm^2 حيث **Ru** تمثل (Relative units)^[٤٦]

حيث يتضح أن الحزمة ذات القطر الأكبر لها القدرة على نقل كثافة طاقة أكبر من تلك التي تنقلها الحزمة ذات القطر الأصغر، وهذا يعني أن الحزمة ذات القطر الكبير تنتشر بعامل انتشار أصغر من ذلك الذي تنتشر به الحزمة ذات القطر الصغير .

وإذا انتقلنا إلى الشكل (١٧b-٢) الذي يوضح لنا كثافة الطاقة على عمق ٣ ملليمترات للحزمتين ، وعلى فرض أن كثافة الطاقة المطلوبة لإزالة الشعر هي (10 RuJ/cm^2) نلاحظ أن الحزمة الكبيرة تستطيع أن تتخطى هذا المقدار وتحقق إزالة للشعر على مساحة فعالة بحدود ٦١ ملليمترًا مربعًا بينما الحزمة الصغيرة لا تستطيع ذلك .



شكل (١٧b-٢) كثافة الطاقة المحسوبة للطول الموجي ٧٥٥ نانومتراً عند العمق ٣ مليمترات لحزمتين قطر الأولى ٥ مليمترات والثانية ١٢ مليمترًا. الحزمتان تمتلكان كثافة طاقة متجانسة على مساحة الحزمة ومساوية للحزمتين قبل الدخول إلى أنسجة الجلد^[٤٦]

الفصل الثالث

التطبيق العملي

Introduction

١-٣: المقدمة

تحقيقاً لهدف البحث المتمثل ببناء منظومة ضوء نبضي ذي شدة عالية لأغراض إزالة الشعر إزالة دائمة تمّ بناء منظومتين استخدم في الأولى مصباح ومضيّ خطّي وفي الثانية استخدم مصباحان متماثلان على شكل حرف U ، حيث تهدف المنظومة الثانية الى الحصول على عرض نبضة مختلف عما تعطيه المنظومة الأولى وكذلك لغرض زيادة الشدة الضوئية المتولدة . وقد تمّ توصيف المنظومتين من حيث عرض النبضة وكثافة الطاقة واستخدامها في إزالة الشعر لعينات منتخبة .

٢-٣ : الحسابات التصميمية للمنظومة الأولى

قبل البدء ببناء المنظومة هنالك مجموعة من المعلومات التي يجب أن تتوافر للمصمم ، ومن هذه المعلومات:

- ١- الطاقة الضوئية لوحدة المساحة المطلوب توفيرها (الحصول عليها).
- ٢- الطاقة الضوئية الكلية المطلوب الحصول عليها.
- ٣- المساحة الكلية التي ستعمل عليها المنظومة.
- ٤ - أمد النبضة (العرض الزمني) .
- ٥- المسافة التي تفصل المصباح الومضيّ عن مجموعة المتسعات ومجهز القدرة.
- ٦- المدى الطيفي الذي تعمل خلاله المنظومة.
- ٧- عمر المصباح .

٨- حجم المنظومة .

٩- خط تجهيز الفولتية الكهربائية .

١٠- درجة السلامة التي توفرها المنظومة للعاملين عليها.

١١- توفر المواد اللازمة لبناء المنظومة وأنواعها وأحجامها وأشكالها.

لذا فقد تمّ تحديد مجموعة من المعلومات عند بناء المنظومة ومن هذه المعلومات:

١- مقدار كثافة الطاقة التي هي في حدود 10 J/cm^2 حدًا أدنى والتي تكون كافية لإزالة الشعر إزالة دائمية من مناطق متعددة من الجسم.

٢- مقدار الطاقة الضوئية الكلية من خلال المساحة الكلية وهي بحدود 5 cm^2 , أي أن مقدار الطاقة الضوئية الكلية المتولدة يجب أن لا تقل عن 50 J وفي المنطقة الطيفية الواقعة ما بين (٤٠٠-١٢٠٠) نانومتر.

٣- مقدار أمد النبضة (Pulse duration) التي يجب أن تقع بين (١٠-٥٠) ملي ثانية وهو مقارب لزمن الاسترخاء الحراريّ (TRT) للشعرة.

٤- المسافة بين المصباح ومجموعة المتسعّات التي هي في حدود (١m) وهذه هي المسافة العملية لاستخدام المنظومة.

٥- المدى الطيفيّ الفعال لإزالة الشعر حدد بين (٤٠٠-١٢٠٠) نانومتر.

٦- خط الفولتية 220 V وبتردد 50 Hz

٧- عمر المصباح يجب أن لا يقلّ عن 10^6 pulses.

٨- المساحة التي تعمل عليها المنظومة في حدود 5 cm^2

٣-٢-١ : حساب الخسائر البصرية والكهربائية للمنظومة الأولى:

لغرض الحصول على منظومة تعطي طاقة ضوئية في حدود 50 J حدًا أدنى يتطلب ذلك حساب مقدار الطاقة الكهربائية الكلية للمجهزة للمنظومة وهذه العملية تتطلب حساب جميع الخسائر في أجزاء المنظومة .

أ- الخسائر الناتجة من المجمع البصري: Losses due to optical assembly

من المعلوم أن المصباح يعطي ضوءه في جميع الاتجاهات ولغرض تجميع الضوء الناتج ولمساحة محددة يتطلب وجود مجمع بصريّ ، حيث إن أفضل هذه المجمعّات البصرية التي تتناسب والتطبيق الحالي هو مجمع بصريّ بيضويّ (Ellipse) ، حيث يوضع المصباح عند إحدى بؤرتيه ويؤخذ الخرج من البؤرة الثانية . أن مجمعًا بصريًا مثل هذا النوع مصنوع من ألمنيوم ذي انعكاسية 87% ^[٤٧] وعلى فرض أن معدل الانعكاسات التي يعانيتها الضوء هي في حدود ثلاثة انعكاسات قبل خروجه من الفتحة ، لذا فإن حساب كفاءة مثل هذا المجمع هي في حدود 51% أي إن الخسائر في حدود 49% ، هذا عندما تكون فتحة خروج

الضوء مقارنة لأبعاد المصباح وهذا يعني أن مقدار الطاقة الضوئية الواصلة إلى المجمع البصري هي في حدود (٩٨J) لكي نحصل على طاقة بصرية خارجة من الفتحة ذات المساحة 5cm^2 في حدود (٥٠J) .

ب- خسائر تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية:

Losses of transforming electrical energy to optical energy

إن المصابيح التي تم استخدامها هي مصابيح تحوي غاز الزنون (Xenon gas) والتي كفاءة التحويل لهذه المصابيح تتراوح بين (٢٥%-٦٠%) . والمنظومة صممت على أساس كفاءة التحويل ٤٠% حدًا أعلى وعليه فإن الطاقة الكهربائية الواجب تجهيزها إلى المصباح هي في حدود J ٢٤٥ حدًا أدنى أي إن مقدار الطاقة الكهربائية التي يجب تفريغها داخل المصباح هي في حدود J ٢٤٥ .

ج- الخسائر في متسعات الخزن:

من المعروف أن المتسعات تستخدم لخرن الشحنات وتفريغها متى ما كانت ضمن دائرة مغلقة ، وفي المصباح الومضي تعدّ المتسعات من الأجزاء المهمة لتوهج المصباح ، حيث تغذي المصباح بالطاقة اللازمة لإحداث التفريغ الكهربائي للغاز الموجود فيه وبالتالي توهج المصباح . وعادة" لايمكن تفريغ جميع الطاقة المخزونة إلى المصباح وذلك بسبب المحاثّة التي تملكها متسعات الخزن والتي تزداد بزيادة عدد المتسعات المتوالية وتقلّ بزيادة عدد المتسعات المتوازية وقد وجد أن النسبة المئوية للطاقة الكهربائية المتبقية هي في حدود (١٢%-١٥%) من الطاقة الكهربائية الكلية ، لذلك على المصمم أن يأخذ بنظر الاعتبار تلك النسبة لذا فإن مقدار الطاقة الكهربائية الكلية التي يجب خزنها في متسعات الخزن هي في حدود J ٢٨٨ حيث هنالك خسائر (شحنه متبقية داخل المتسعات لا تحرر) في حدود ١٥% .

د- الخسائر في المقاومات :

في كلّ دائرة كهربائية مهما كان تصميمها أو حجمها لا بدّ من وجود عنصر في الدائرة يعيق حركة الالكترونات وهو ما يسمى المقاومة (Resistance) . ولأية مادة موصلة فإن المقاومة تعتمد على عدة عوامل منها نوع المادة , ودرجة الحرارة , والطول ومساحة المقطع , وبسبب تلك المقاومة فإن قسمًا من الطاقة الكهربائية تتحول إلى طاقة حرارية تبعاً للعلاقة .

$$W = I^2 \cdot R \cdot t$$

حيث W- تمثل مقدار الطاقة الحرارية بوحدات الجول (J)

I - مقدار التيار المار بوحدات (A)

R - مقدار مقاومة الدائرة بوحدات (Ω)

t - زمن مرور التيار بوحدات (s)

حيث إن النسبة المئوية للخسائر الحاصلة في الطاقة الكهربائية نتيجة وجود المقاومات فيها تعتمد على عدد المقاومات ونوعها وطريقة ربطها في الدائرة ، وقد وجد أن النسبة المئوية لتلك الطاقة هي في حدود (٤ % - ٦ %) وعليه فإن قسمًا من الطاقة المخزونة داخل المتسعات سوف تصرف في شكل حرارة في أثناء مرورها في الدائرة ولحين وصولها إلى المصباح وبالتالي فإن مقدار الطاقة الضائعة هي في حدود J ١٨ ، أي إن مقدار الطاقة الكهربائية التي يجب أن تشحن بها المتسعات هي في حدود (J ٣٠٦) لكي يتم الحصول على طاقة ضوئية خارجة من فتحة المجمع البصري في حدود J ٥٠ وعلى مساحة كلية للفتحة في حدود ٥cm^2 .

٢-٢-٣ : تحديد أمد النبضة: Determination of Pulse duration

سبق أن تمّ تحديد عرض النبضة ضمن المدى (١٠-٥٠) ملي ثانية ، إن عرض النبضة يتحدد من خلال قيمة مقاومة المصباح وكذلك مقدار سعة المتسعات المستخدمة في عملية الشحن من العلاقة ($\tau = RC$) . حيث إن τ هو عرض النبضة عند ٣٧% من القيمة العظمى للشدة الكلية ، وعلى هذا الأساس فإن قيمة (C) التي سوف يتم اختيارها يجب أن تحقق غايتين: الأولى أن تكون ذات سعة كافية لشحنها بطاقة تزيد على (J ٣٠٦) وفي نفس الوقت عند ربطها مع المصباح الومضي سوف تعطي نبضة ضوئية ذات زمن تأثير يزيد على ١٠ ملي ثانية ولا يتعدى ٥٠ ملي ثانية ، وإن قيمة (R) للمصباح تمّ حسابها من ثوابت المصباح وكانت قيمتها (٦.٣٦ Ω) وعليه فإن (C) المطلوبة ستكون في حدود $٢٥٠٠ \mu\text{F}$ وتعطي زمن نبضة في حدود ١٦ ملي ثانية وهذا الزمن يقع ضمن المدى المطلوب .

مما تقدم تمّ تحديد كلٍّ من السعة الكلية للمتسعات وكذلك الطاقة الكلية المطلوبة . والآن على المصمم أن يختار شكل جهاز القدرة ونوع المتسعات التي تفي بالمتطلبات ، وقد وقع الاختيار على استخدام متسعتين سعة كلٍّ واحدة منها $٥٠٠٠ \mu\text{F}$ وتعملان على فولتية ٣٠٠ V ، فعند ربطهما على التوالي سوف نحصل على سعة كلية في حدود $٢٥٠٠ \mu\text{F}$ ، وعند شحن هاتين المتسعتين بفولتية بطريق مضاعف الفولتية الذي يربط إلى مصدر متناوب فولتيته ٢٢٠V سوف نحصل على طاقة مقدارها

$$E = 0.5 CV^2$$

حيث إن V هي الفولتية المستمرة المجهزة من مضاعف الفولتية

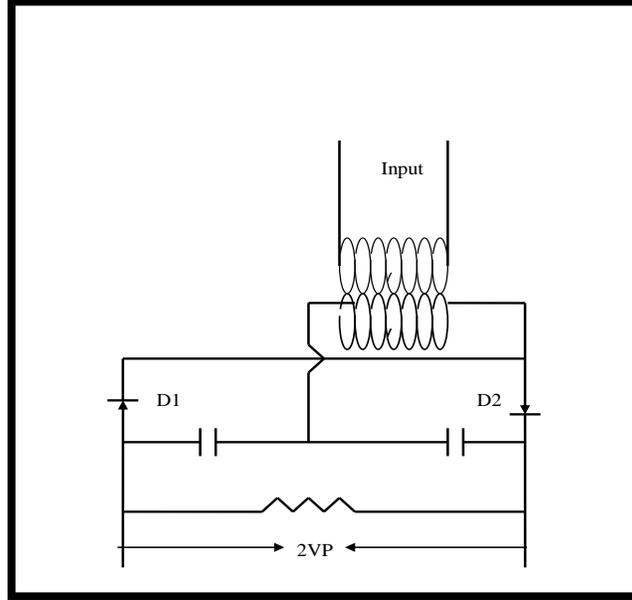
$$V = 2 V_p \\ = 2(220 * 1.414)$$

$$V = 616 \text{ volt}$$

$$E = 0.5 (2500) \times 10^{-6} \times (616)^2$$

$$E = 484 \text{ J}$$

وهذا يزداد بمقدار مناسب عن الطاقة المطلوبة التي سبق تحديد مقدارها (306 J) ، اخذين بنظر الاعتبار تذبذب فولتية مصدر التجهيز التي تصل في بعض الأحيان إلى (200 V) عندها تصبح الطاقة الكهربائية المجهزة في حدود (400 J) وعلى هذا الأساس يتم بناء جهاز القدرة المؤلف من مضاعف الفولتية ومنتسعي خزن سعة كل واحد منها (5000 μF) مربوطتين على التوالي . والشكل (١-٣) يبين رسماً تخطيطياً لدائرة الشحن المقترحة .



شكل (١-٣) دائرة شحن مقترحة

٣-٢-٣ : تحديد عمر المصباح: Determination of life time of flashlamp

إن عمر المصباح يمكن أن يتحدد من خلال عدد الومضات التي يمكن أن يؤديها المصباح قبل أن تهبط شدته إلى مستوى معين مقبول ، ولتحديد عمر المصباح يجب إجراء بعض الحسابات الأساس والتي منها يمكن تحديد عمر المصباح ومن هذه الحسابات :

- ١- تحديد طاقة انفجار المصباح: (Explosion Energy of Lamp) وذلك من خلال ثوابت المصباح؛ طول المصباح (Arc length) وقطره الداخلي (Bore) وأمد النبضة (Pulse Duration) وبالتالي الاعتماد على الشكل رقم (٤-٢) الذي يحدد طاقة الانفجار للمصباح وبوحدات J/inch .
- ٢- بمعرفة مقدار الطاقة الكهربائية المطبقة على المصباح (E_{in}) ومقدار طاقة الانفجار E_{ex} نأخذ النسبة بينهما E_{in}/E_{ex} ونقارن تلك النسبة مع الجدول (١) ، أو بأخذ النسبة المئوية بين E_{in} و E_{ex} ونقارن تلك النسبة مع الشكل (٥-٢) الذي منه يمكن تحديد الحد الأعلى والأدنى لعمر المصباح .

Trigger system

٣-٢-٤ : منظومة القذح :

من المعلومات المتوفرة عن شكل المصباح الومضي وأبعاده وفولتية الشحن تمّ اختيار محولة نبضية رافعة تعطي نبضة فولتية في حدود ١٢ kV التي تجهز بالطاقة بطريق متسعة تشحن بفولتية (DC) مجهز في صورة مباشرة بطريق مضاعف الفولتية لغرض ضمان قرح ذي ثقة عالية فإن دائرة القرح وضعت قرب المصباح داخل رأس توليد الضوء النبضي ذي الشدة العالية .

Optical assembly

٥-٢-٣ : المجمع البصري :

لغرض تركيز الضوء على مساحة معينة لا بد من استخدام مجمعات بصرية ، وإن أفضل تلك المجمعات البصرية الهندسية هو المجمع البصري البيضوي ، الذي يتصف بصفة تختلف عن غيره من المجمعات وهي امتلاكه بؤرتين حيث يوضع المصباح الومضي في إحدى البؤرتين ويؤخذ الخرج من البؤرة الثانية. ولتصميم مجمع بصريّ مثل هذا النوع يجب أن نأخذ بنظر الاعتبار أبعاد المجمع المتمثلة بالمحورين b

، a و يمكن منها إيجاد البعد بين البورتين c حيث إن

a : طول محوره الكبير.

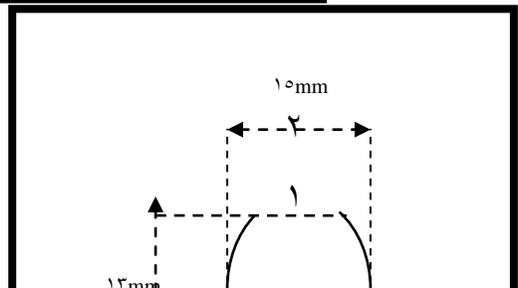
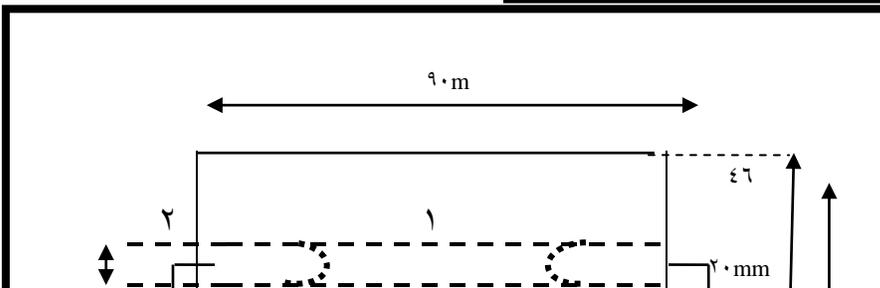
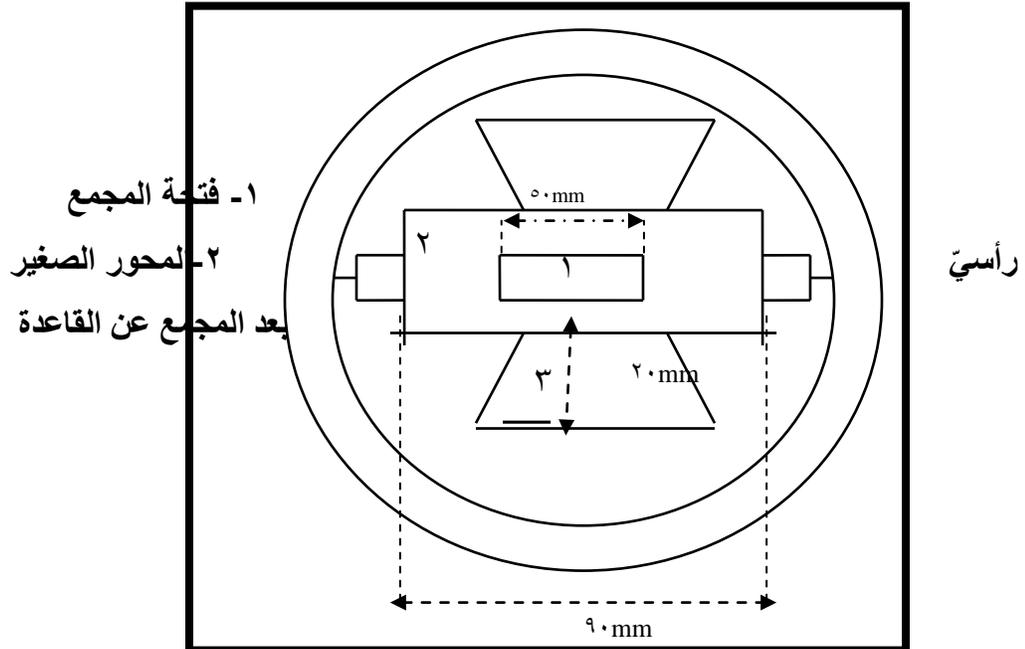
b : طول محوره الصغير.

c : البعد بين البورتين

$$a^2 - b^2 = c^2$$

وذلك حسب العلاقة

والشكل (٢-٣) رسم هندسي للمجمع البصريّ المقترح.





جانبي

أمامي

شكل (٢-٣) المجمع البصري المقترح

Mechanical Container

٦-٢-٣: الحاوية الميكانيكية

تم تصميم حاويتين ميكانيكيتين لكل من الرأس المولد للضوء النبضي ذي الشدة العالية ودوائر الشحن حيث إن الحاوية التي خصصت للرأس المولد للضوء صممت بحيث يمكن تثبيت المصباح الومضي داخلها واحاطته بالمجمع البصري بطريقة يمكن منها المحافظة على المصباح علمًا أن الحاوية الميكانيكية للرأس صممت في شكل هندسي بحيث يمكن للمستخدم من استخدامها لغرض إزالة الشعر. أما الحاوية التي خصصت لدوائر الشحن فهي حاوية معدنية في شكل متوازي مستطيلات ؛ أبعاده $(١٦ * ١٤ * ٢٤) \text{cm}^3$ وذات حجم كافٍ لاحتواء المتسعات وبقية الدوائر . علمًا أن المنظومة صممت بحيث يكون الرأس المولد للضوء النبضي ذي الشدة العالية منفصلاً عن بقية دوائر المنظومة ومرتبطةً معها بوساطة توصيلة كهربائية مناسبة والشكل (٣-٣) رسم هندسي للحاوية الميكانيكية لكل من الرأس المولد للضوء ودوائر الشحن .

٣-٣: الحسابات التصميمية للمنظومة الثانية :

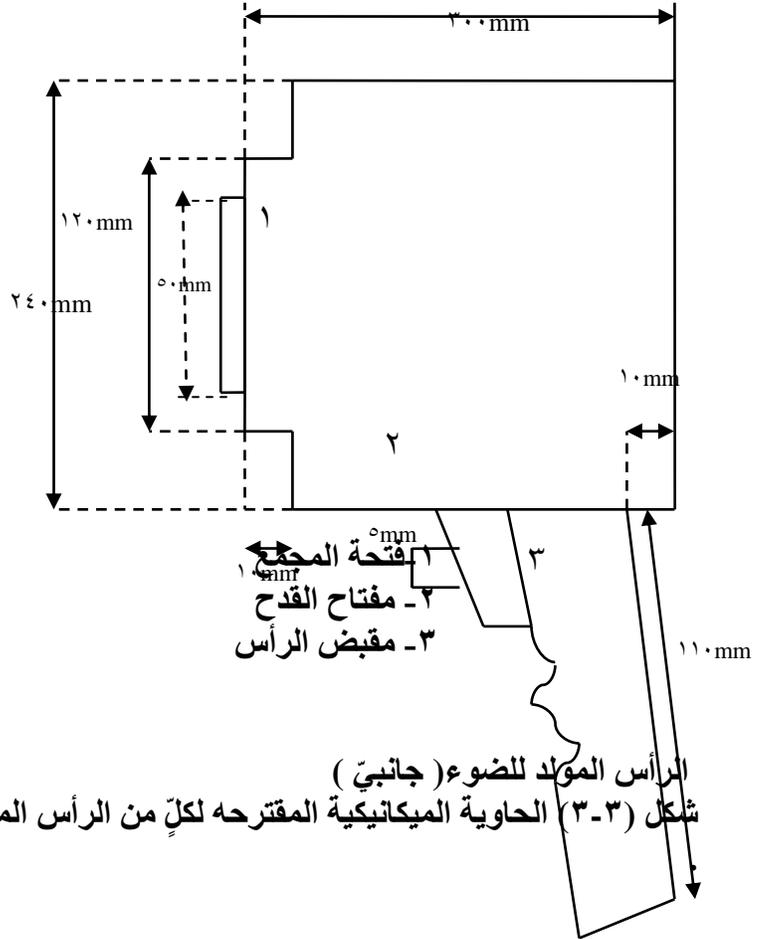
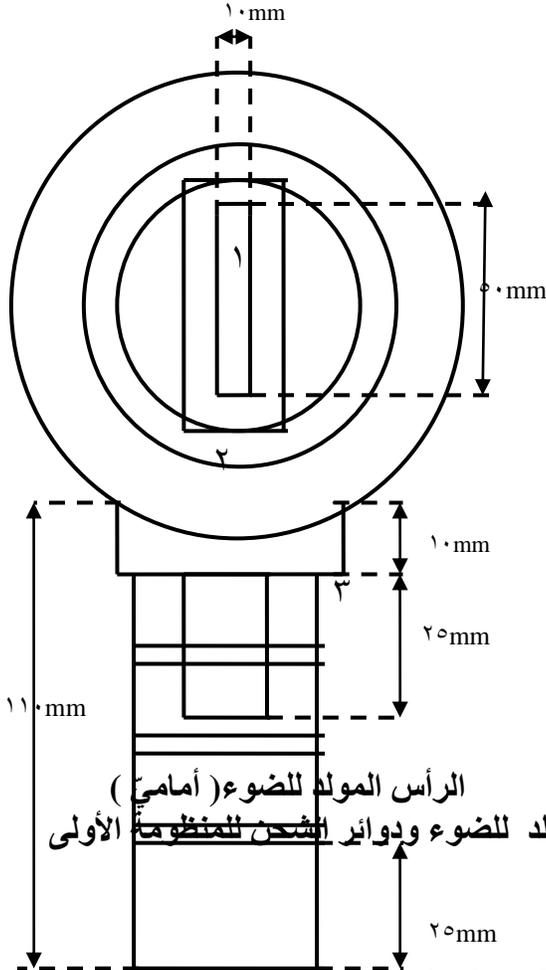
تم إجراء الحسابات على أساس منظومة تعطي كثافة طاقة تزيد على ضعف كثافة الطاقة للمنظومة الأولى أي تعطي كثافة طاقة في حدود J/ cm^2 ٢٠ حدًا أدنى وعلى مساحة cm^2 ٥ وأمد نبضة أطول من عرض النبضة التي يتم الحصول عليها من المنظومة الأولى أي ذات قيمة لاتقل عن ٣٠ ملي ثانية ولاتزيد عن ٥٠ ملي ثانية ، مع بقاء معظم الثوابت التصميمية كما هي عليه في المنظومة الأولى.

100mm

٤٧

دوائر الشحن (أمامي)

دوائر الشحن (رأسي)



٣-٣-١: حسابات الخسائر البصرية والكهربائية: Measurement of the Optical and Electrical Losses

لغرض الحصول على منظومة تعطي طاقة ضوئية في حدود 100 J ، يتطلب ذلك حساب مقدار

الطاقة الكهربائية الكلية المجهزة للمنظومة ، وهذه تتطلب حساب جميع الخسائر في أجزاء المنظومة .

أ- الخسائر الناتجة من المجمع البصري :

إن أفضل المجمعات البصرية التي تتناسب والتطبيق الحالي هو مجمع بصري بيضوي (Ellipse)

، وهذا يعني أن مقدار الطاقة الضوئية الواصلة إلى المجمع البصري هي في حدود (196 J) لكي نحصل

على طاقة بصرية خارجة من الفتحة ذات المساحة 5 cm^2 في حدود (J 100) ، وهذا يتحقق عندما يكون المجمع مصنوعاً من الألمنيوم وأبعاد الفتحة مقاربة لأبعاد المصباح.

ب- خسائر التحويل من الطاقة الكهربائية إلى الطاقة الضوئية :

إن المنظومة صممت لمصباحين ومضيئين ذات كفاءة تحويل 40% حداً وسطاً وعليه فإن الطاقة الكهربائية الواجب تجهيزها إلى المصباحين هي في حدود J 490 حداً أدنى أي إن مقدار الطاقة الكهربائية التي يجب تفرغها داخل كلا المصباحين هي J 490 أي في حدود J 245 لكل مصباح .

ج- الخسائر في متسعات الخزن: Losses in storing capacitors

إن مقدار الطاقة الكهربائية الكلية التي يجب خزنها في متسعات الخزن هي بحدود J 564 حيث هنالك خسائر (شحنة متبقية داخل المتسعات لا تحرر) في حدود 15% .

د- الخسائر في المقاومات: Losses in resistors

إن النسبة المئوية للخسائر الحاصلة في الطاقة الكهربائية نتيجة وجود المقاومات ($4\% - 6\%$) وعليه فإن قسماً من الطاقة المخزونة داخل المتسعات سوف تصرف في شكل حرارة في أثناء مرورها في الدائرة ولحين وصولها إلى المصباحين وبالتالي فإن مقدار الطاقة الضائعة هي في حدود (J 34) ، أي إن مقدار الطاقة الكهربائية التي يجب أن تشحن بها المتسعات هي في حدود (J 598) لكي نحصل على طاقة ضوئية خارجة من فتحة المجمع البصري في حدود (J 100) وعلى مساحة كلية للفتحة في حدود 5 cm^2 .

٢-٣-٣ : تحديد أمد النبضة Determination of pulse duration

تمّ تحديد عرض النبضة الناتجة عن المصباحين الموضيين ضمن المدى (٣٠-٥٠) ملي ثانية ، حيث إن عرض النبضة يتحدد من خلال قيمة مقاومة المصباح وكذلك مقدار سعة المتسعات المستخدمة في عملية الشحن حسب العلاقة ($\tau = RC$) وإن قيمة (R) لكل مصباح تمّ حسابها من ثوابت المصباح وكانت (7.6Ω) وعلى هذا الأساس تمّ اختيار متسعة تحقق خزن الطاقة المطلوبة وتوفر زمن النبضة المطلوب . وعندما تكون $\tau \geq 30 \text{ ms}$ و $R = 7.6 \Omega$ فإن C في حدود $4000 \mu\text{F}$ ، وعلى المصمم أن يختار جهاز قدرة يمكن منه شحن المتسعات بالطاقة المطلوبة التي لا تقل عن (J 598) لكلا المصباحين ، أي في حدود (J 300) لكل مصباح . وعلى هذا الأساس تمّ اختيار مجهزي قدرة مستمرة بحيث تربط مع كل منهما متسعات سعتها الكلية في حدود $4000 \mu\text{F}$ وإن جهاز القدرة هذا يعطي فولتية مستمرة متغيرة تتراوح قيمتها بين (٣٠٠-٥٠٠) فولت لكي تلبى مدى من كثافة الطاقة يزيد على 20 J/cm^2 .

٣-٣-٣ : تحديد عمر المصباح : Determination of the life time of flashlamp

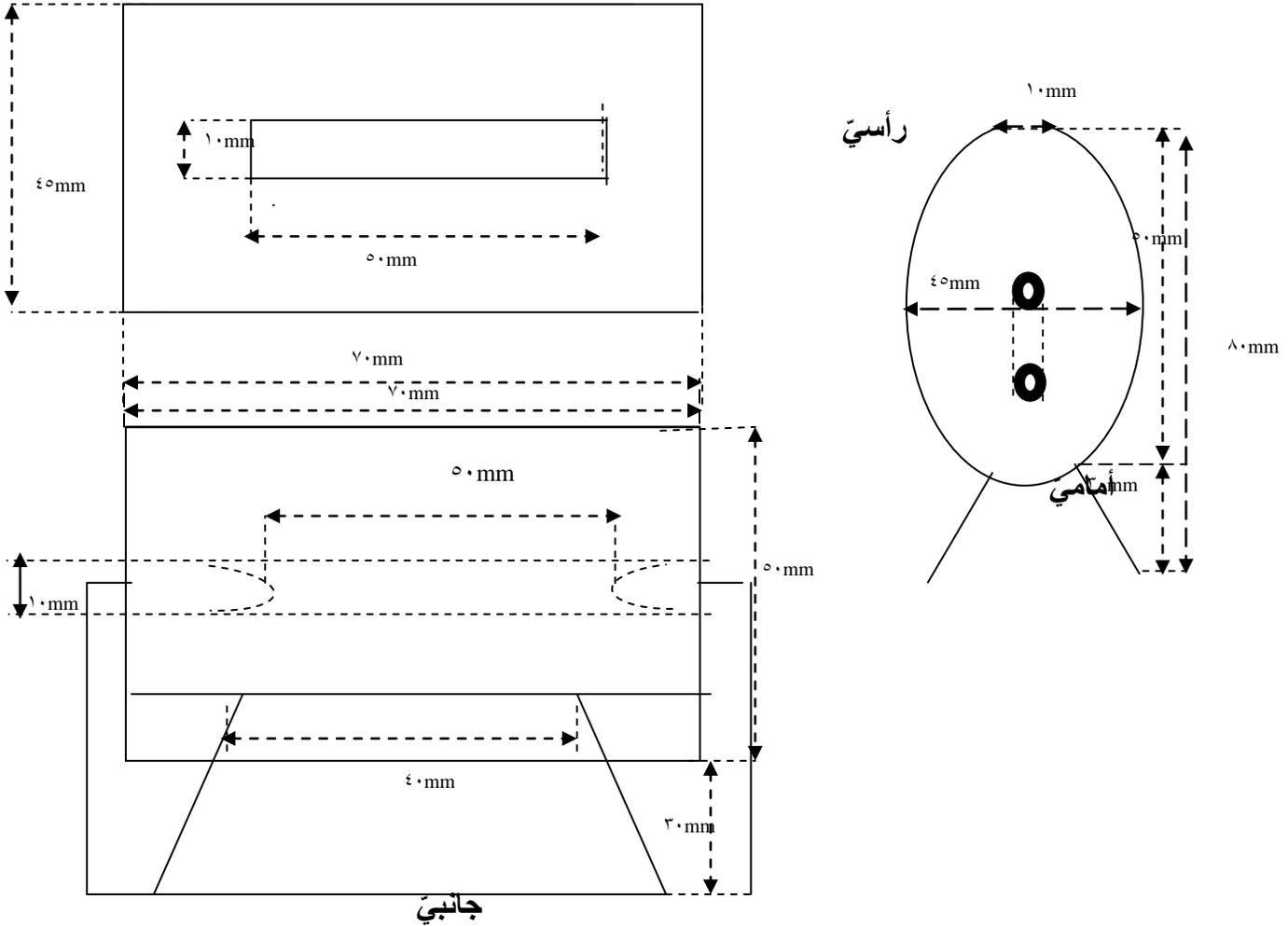
حدد عمر كل مصباح كما هو في الفقرة (٣-٢-٣).

٤-٣-٣ : منظومة القذح :

استخدمت منظومة قذح خارجي مؤلفتان من محولتين رافعتين للفولتية ربط الملف الابتدائي لكل واحدة منهما إلى متسعة وملفها الثانوي يتصل مع السلك الملفوف حول كل مصباح ، ووضعت منظومة القذح داخل الرأس المولد للضوء النبضي ذي الشدة العالية .

٥-٣-٣ : المجمع البصري :

استخدم مجمع بصري للمنظومة الثانية بنفس الكيفية للمجمع البصري للمنظومة الأولى مع اختلاف أبعاد المجمع للمنظومة الثانية. والشكل (٤-٣) رسم هندسي للمجمع المقترح.



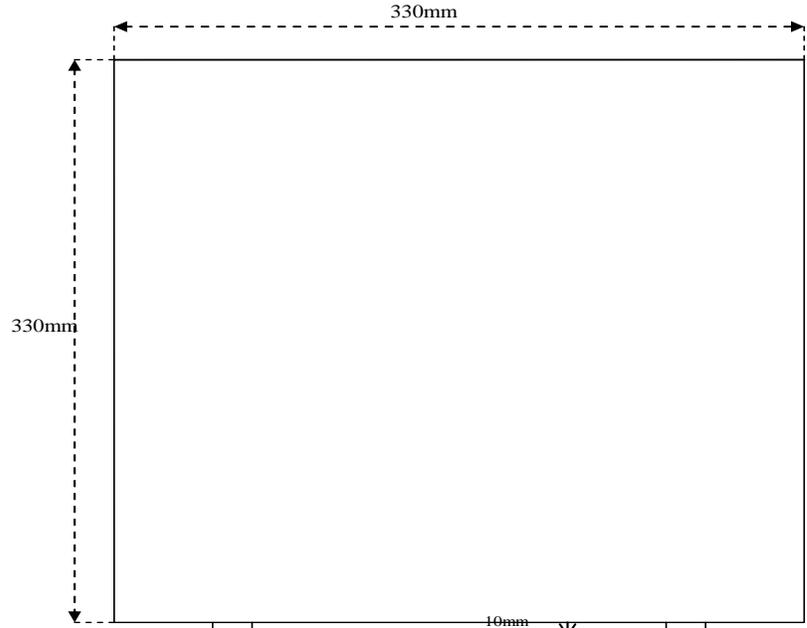
شكل (٤-٣) المجمع البصري المقترح

Mechanical Container

٦-٣-٣ : الحاوية الميكانيكية :

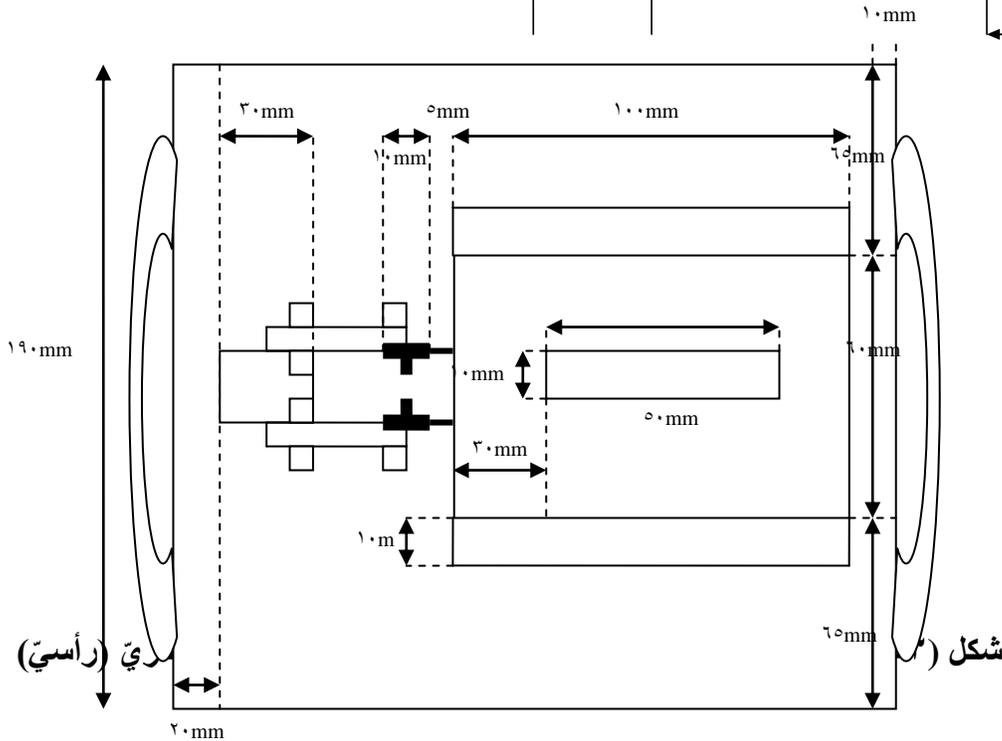
تم تصميم بنفس الأسلوب المتبع في تصميم المنظومة الأولى حاويتين ميكانيكيتين الحاوية الأولى للرأس المولد للضوء النبضي ذي الشدة العالية اما الحاوية الثانية التي خصصت لدوائر الشحن فهي حاوية معدنية على شكل متوازي مستطيلات وبأبعاد $33 \times 20 \times 33$ cm³ وذات حجم كافٍ لاحتواء المتسعات وبقية الدوائر، وصممت المنظومة بحيث يكون الرأس المولد للضوء منفصلاً عن بقية دوائر المنظومة

ومرتبطاً معها بواسطة قابلو كهربائي مناسب ، وقد حدّد مقدار الفولتية المطبقة بحيث تكون بين (٥٠٠-٣٠٠) V (D.C) بطريق دائرتي مضاعف الفولتية بحيث كلّ دائرة مضاعف تربط إلى إحدى المصابيح ويتمّ تحديد الفولتية بواسطة مقاومة متغيرة يمكن منها التحكم بالفولتية المطبقة والشكل (٥-٣) رسم هندسيّ للحاوية الميكانيكية المقترحة لكلّ من الرأس المولد للضوء ودوائر الشحن .



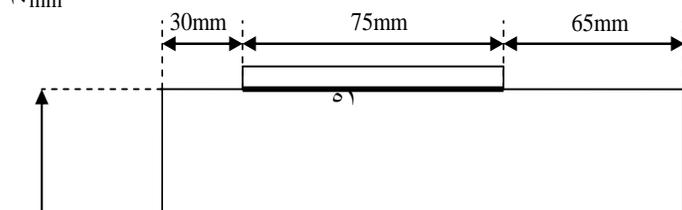
شكل (٥b-٣) مخطط الحاوية الميكانيكية (رأسي)

شكل (٥a-٣) مخطط الحاوية الميكانيكية (جانبي)

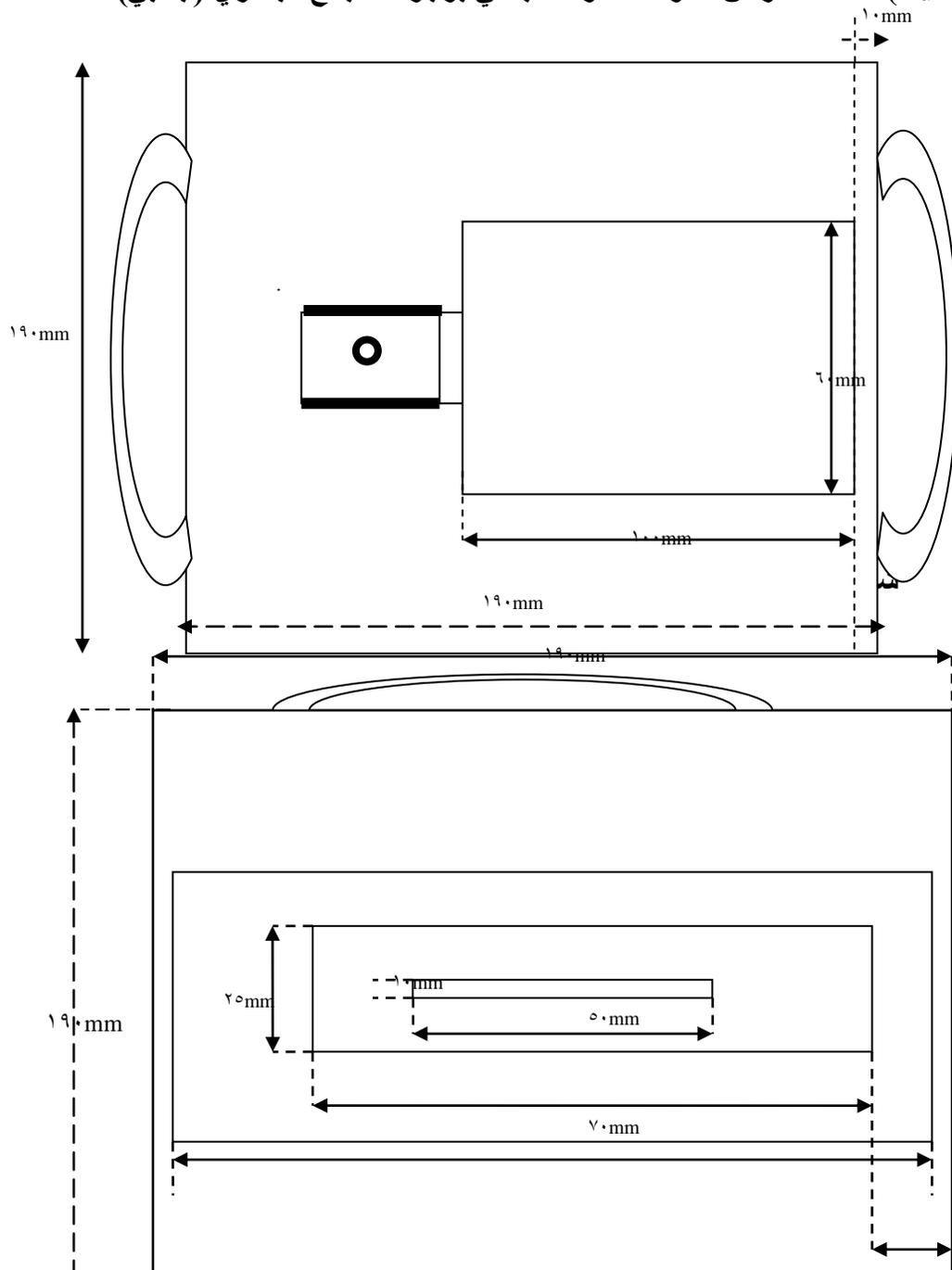


رئي (رأسي)

شكل (٥)



شكل (٣-d٥) مخطط للرأس المولد للضوء النبضي بوجود المجمع البصري (جانبي)



شكل (٣-٥f) مخطط للرأس المولد للضوء بوجود المجمع البصري (رأس)

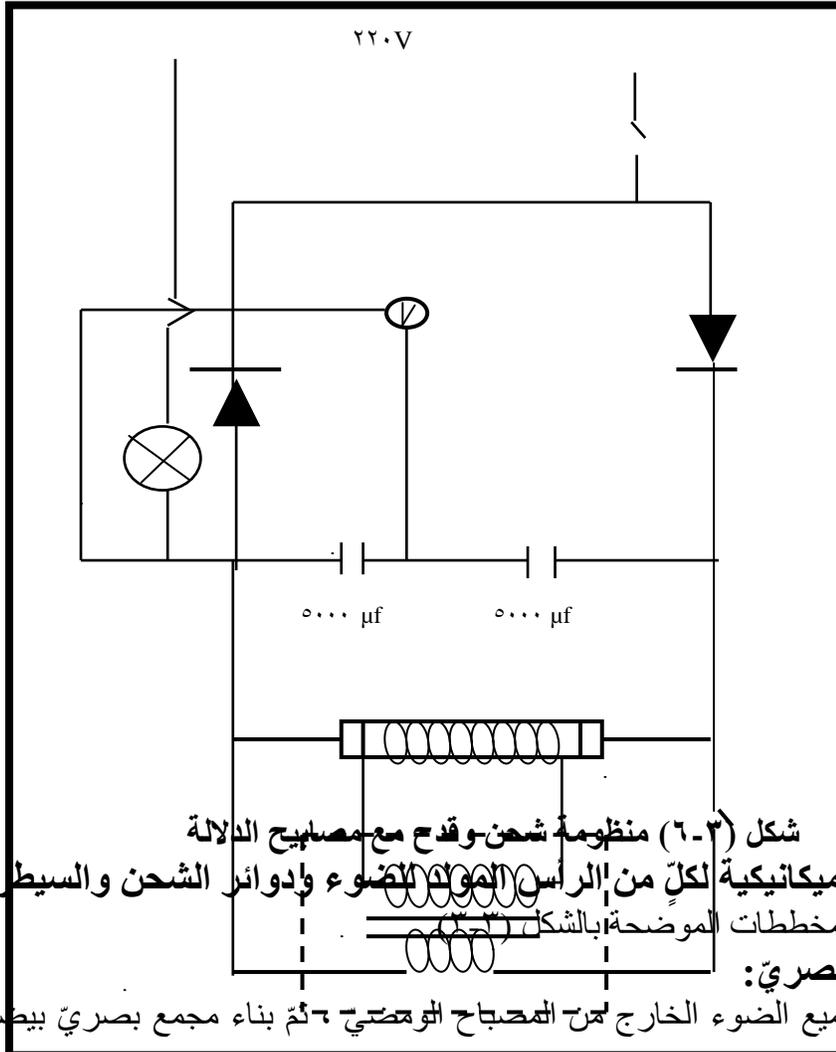
٤-٣ : بناء المنظومة الأولى وتوصيفها :

أ- بناء المنظومة :

في ضوء الحسابات التصميمية المطلوبة من حيث كثافة الطاقة الضوئية وعرض النبضة ، تمّ بناء منظومة تعطي كثافة الطاقة لا تقلّ عن 10 J/cm^2 وأمد نبضة في حدود 16 ملي ثانية ولمساحه ذات أبعاد 5 cm^2 .

أولاً: دوائر الشحن والقدح :

تمّ بناء الدائرة الموضحة بالشكل (٣-٦)



ثانياً: الحاوية الميكانيكية لكل من الرأس المولد للضوء ودوائر الشحن والسيطرة:
تمّ تنفيذ المخططات الموضحة بالشكل (٣-٧)

ثالثاً: المجمع البصري:

لغرض تجميع الضوء الخارج من المصباح التوضيحي ، تمّ بناء مجمع بصري ببيضوي من صفائح الألمنيوم مقطوع عند البؤرة الثانية ، حيث يوضع المصباح عند البؤرة الأولى ويؤخذ الخرج من البؤرة الثانية ولمساحة تصميمية مساوية للمساحة التي تعمل عندها المنظومة $(5 \times 1) \text{ cm}^2$, وكانت أبعاد

المجمع البصريّ على النحو الآتي: طول المحور الكبير ٢ cm ، ومحوره الصغير ١.٥ cm والبعد بين بؤرتيه (١.٣ cm) . الشكل (٧-٣) صورة للمجمع البصريّ بعد التثبيت.

شكل (٧-٣) صورة فوتوغرافية للمجمع البصريّ بعد التثبيت

وبعد ذلك تمّ تثبيت مرشح ضوئيّ على فتحة خروج الضوء لغرض إمرار الأطوال الموجية المحصورة بين (٤٠٠-١١٠٠) نانومتر بعد أن تمّ تغطية المنظومة بغطاء من مادة عازلة (بلاستيك) لغرض حماية المنظومة من المؤثرات الخارجية. الشكل (٨-٣) صورة فوتوغرافية للمنظومة بحالتها النهائية بعد تجميعها



غطاء

مرشح

(٨-٣) صورة فوتوغرافية للمنظومة الأولى بحالتها النهائية

ب: توصيف المنظومة الأولى :

أولاً" : قياس الطاقة الضوئية الكلية :

تمّ قياس الطاقة الضوئية الكلية التي يجهزها المصباح الومضيّ باستخدام جول ميتر من إنتاج شركة (Gentec) وهو جهاز رقميّ نوع (ED-٢٠٠) مساحته الفعالة cm^2 (٣.٦) حيث وضع راس المقياس على بعد ٢ cm من المصباح الومضيّ وتمّ حساب الطاقة الضوئية الساقطة على سطح إسطوانة نصف قطرها ٢ cm وطولها مساوٍ لطول المصباح ٥ cm مضافاً إليها قاعدتا الإسطوانة. حيث اعتمد على قيمة الطاقة الساقطة على مساحة الكاشف (الجول ميتر) أساساً في قياس الطاقة الكلية.

ثانياً" : قياس كثافة الطاقة:

تمّ قياس الطاقة الخارجة من فتحة المجمع البصريّ وذلك باستخدام الجول ميتر حيث وضع كاشف عند الفتحة وبمعرفة أبعاد الفتحة ومساحة الكاشف تمّ تحديد كثافة الطاقة .

ثالثاً" : أمد النبضة:

باستخدام جهاز اوسلوسكوب خازن ١٠٠MHz من شركة (Tectronics) وكاشف ضوئيّ سيليكونيّ نوع ميسيبويشي ذي سرعة استجابة ٥ نانو ثانية تمّ تحديد شكل وأمد النبضة .

رابعاً" : قياس مقدار الطاقة المتخلفة داخل المتسعات:

باستخدام اوفوميتر رقميّ تمّ قياس مقدار الفولتية على طرفي مجمع المتسعات بعد عملية القذح ومن معرفة سعة المتسعات تمّ تحديد مقدار الطاقة المتخلفة في داخل المتسعات بعد عملية القذح .

خامساً" : حساب قيمة تيار التفريغ الأعظم وطريقة تغير التيار مع الزمن :

من ثوابت المنظومة (مقاومة المصباح وسعة متسعات الشحن) وباستخدام العلاقتين (٢-١١) و(١٦-٢) تمّ تحديد تيار التفريغ الأعظم وطريقة تغيره مع الزمن .

سادساً" : حساب عمر المصباح:

من خلال تحديد طاقة الانفجار الني تعتمد على مواصفات المصباح وعلى أمد النبضة وكذلك على الطاقة المطبقة فعليا" على المصباح التي تم حسابها باستخدام الفولتميتر وباستخدام الجدول (١) والشكل-٤) (٢) حدد عمر المصباح .

سابعا" : حساب كفاءة التحويل للمصباح :

من خلال قياس الطاقة الضوئية الناتجة عن المصباح والطاقة الكهربائية التي تم تفريغها في المصباح تم حساب كفاءة التحويل للمصباح.

ثامنا" : حساب كفاءة التجميع للمجمع البصري :

من خلال قياس الطاقة الضوئية التي يولدها المصباح وقياس الطاقة الضوئية الخارجة من فتحة المجمع تم حساب كفاءة التجميع.

ج:القياسات التي أجريت على إزالة الشعر :

تم انتخاب عينة لمنطقة يمكن إزالة الشعر منها خلال ثلاثة أشهر وذات لون بشرة من النوع الرابع نوع (IV) ولون شعر أسود عند منطقة اليد والساق ، حيث أزيل الشعر من مساحة (١٦ cm^٢) أي (٤*٤) cm^٢ قبل يوم من إجراء التجربة ، وقبل تعريض المنطقة للضوء النبضي ذي الشدة العالية تم تغطيتها بطبقة رقيقة من الهلام الشفاف من نفس النوع المستخدم عند التصوير بالأشعة فوق الصوتية ، وعرضت المنطقة إلى الضوء النبضي بحيث كان هنالك تداخل في المنطقة المعرضة في حدود ١٠٪ ونبضة واحدة في كل مرة ، وبعد ثلاثة أشهر من إجراء التجربة تم تصوير المنطقة التي تعرضت للضوء النبضي ذي الشدة العالية مع المنطقة المحيطة بها لغرض إجراء المقارنة .

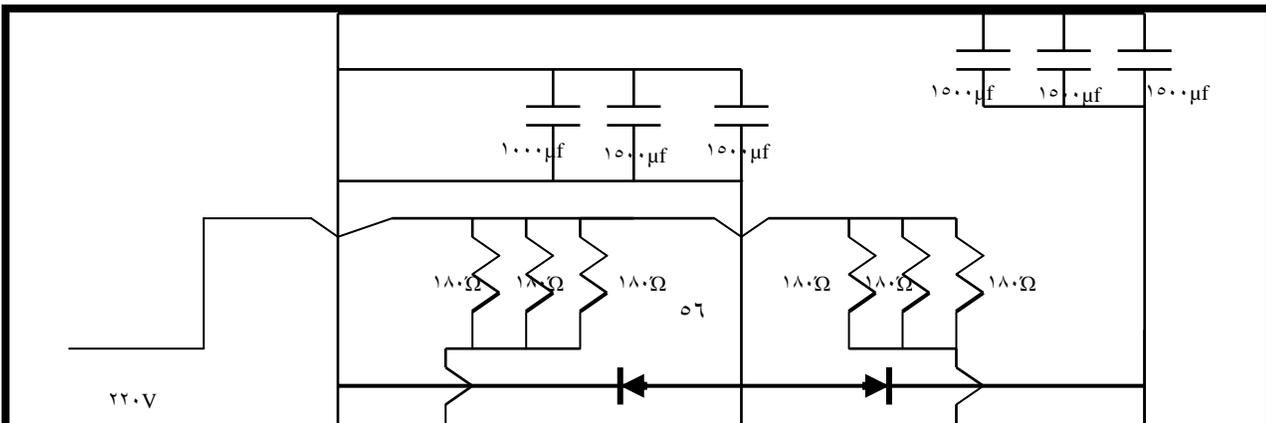
٣-٥: بناء المنظومة الثانية وتوصيفها :

أ- بناء المنظومة:

تم بناء منظومة تختلف عن المنظومة الأولى من ناحية دوائر الشحن ، ومنظومة القذح وأمد النبضة وكثافة الطاقة . تم بناء المنظومة الثانية بحيث تلبى المتطلبات الآتية: كثافة الطاقة ذات مدى محصور بين (٢٠-٤٠) J/cm^٢ وأمد نبضة يتراوح بين (٣٠-٥٠) ملي ثانية ولمساحه أبعادها (١*٥) cm^٢ .

أولاً: دوائر الشحن والقذح:

تم بناء الدائرة الموضحة بالشكل (٣-٩)



مصباح كبير

مخطط (٩-٣) منظومة شحن وقدم مع مصابيح الدلالة للمنظومة الثانية.
ثانياً : الحاوية الميكانيكية لكل من الرأس المولد للضوء ودوائر الشحن والسيطرة:

استخدم في المنظومة مصباحان ومضيان في شكل حرف (U) وبقطر خارجي ١ cm ، وتم تثبيت المصباحين بحيث يكونان متوازيين على قاعدة الرأس المولد للضوء النبضي ذي الشدة العالية بوساطة مثبتات ميكانيكية والشكل (١٠-٣) صورة فوتوغرافية للرأس المولد للضوء والتي توضح الطريقة التي تم بها تثبيت المصابيح الومضية .



(٣-١٠) صورة فوتوغرافية توضح طريقة تثبيت المصباحين.

ثالثاً: المجمع البصري:

بنفس الأسلوب المتبع في المنظومة الأولى استخدم مجمع بصريّ من صفائح الألمنيوم ولكون المنظومة مؤلفة من مصباحين في شكل حرف U هذا وضع بعض المحددات على استخدام مجمع بصريّ ببيضويّ تام لذلك تمّ استخدام مجمع بصريّ ببيضويّ يقترب من الإسطوانيّ وبالابعاد الآتية: طوله ٧ cm، وطول محوره الكبير ٥ cm وطول محوره الصغير ٤.٥ cm والبعد ما بين البورتين ٢.١ . الشكل (٣-١١) صورة فوتوغرافية للرأس المولد يوضح المجمع البصريّ بعد التثبيت.



وبعد ذلك تم تثبيت مرشح ضوئي على فتحة خروج الضوء لغرض إمرار الأطوال الموجية المحصورة بين (٤٠٠-١١٠٠) نانومتر بعد أن تم تغطية المنظومة بغطاء من مادة عازلة (بلاستيك) لغرض حماية المنظومة من المؤثرات الخارجية والشكل (٣-١٢) صورة فوتوغرافية للمنظومة بحالتها النهائية بعد

تثبيتها



ع
ح
تا



الإسطوانة. حيث اعتمد على قيمة الطاقة الساقطة على مساحة الكاشف (الجول ميتر) أساساً في قياس الطاقة الكلية.

ثانياً: قياس كثافة الطاقة:

تمّ قياس الطاقة الخارجة من فتحة المجمع البصريّ بنفس الأسلوب المتبع في المنظومة الأولى

ثالثاً: أمد النبضة:

تمّ قياس أمد النبضة بنفس الأسلوب المتبع في المنظومة الأولى .

رابعاً: قياس مقدار الطاقة المتخلفة داخل المتسعات:

تمّ قياس الطاقة المتخلفة بنفس الأسلوب الذي اعتمد في المنظومة الأولى . فقرة (٣-٤) - ب -

رابعاً .

خامساً: حساب قيمة تيار التفريغ الأعظم وطريقة تغير التيار مع الزمن:

تمّ حسابه بنفس الأسلوب الوارد في الفقرة (٣-٤) - ب - خامساً.

سادساً: حساب عمر المصباح:

إن عمر المصباح يعتمد على طاقة الانفجار التي تحدد من جداول خاصة وبدورها تعتمد على أبعاد المصباح ومواصفاته، و عرض النبضة وعلى الطاقة الفعلية المطبقة على المصباح . حيث تمّ حساب هذه الطاقة من معرفة سعة متسعات الخزن والفولتية المقاسة باستخدام الفولتميتر . وباستخدام الجدول (١) والشكل (٢-٤) حدد عمر المصباح عند حدي الفولتية العليا والدنيا.

سابعاً: حساب كفاءة التحويل للمصباح:

من قياس الطاقة الضوئية الناتجة عن المصباحين والطاقة الكهربائية التي تمّ تفريغها في المصباحين تمّ حساب كفاءة التحويل للمصباح , ولكون المصباحين متماثلين فإن كفاءتهما متساوية .

ثامناً: حساب كفاءة التجميع للمجمع البصريّ:

من قياس الطاقة الضوئية الكلية الناتجة من المصباحين وقياس الطاقة الضوئية الخارجة من فتحة المجمع تمّ حساب كفاءة التجميع .

ج: القياسات التي أجريت على إزالة الشعر:

تمّ انتخاب عينة لمنطقة يمكن إزالة الشعر منها خلال ثلاثة اشهر وذات لون بشرة من النوع الرابع نوع (IV) ولون شعر أسود عند منطقة اليد والساق ، حيث أزيل الشعر من مساحة (١٦ cm^٢) أي (٤*٤) قبل يوم من إجراء التجربة ، واستخدمت نفس الإجراءات المتبعة عند استخدام المنظومة الأولى، وبعد ثلاثة اشهر من إجراء التجربة تمّ تصوير المنطقة التي تعرضت للضوء النبضيّ ذي الشدة العالية مع المنطقة المحيطة بها لغرض إجراء المقارنة . ولغرض إجراء مقارنة بين تأثير المنظومتين فإن القياسات أجريت على منطقتين متجاورتين من منطقة اليد والساق لنفس العينة.

الفصل الرابع

النتائج والمناقشة Results and Discussion

١-٤ : نتائج توصيف المنظومة الأولى :

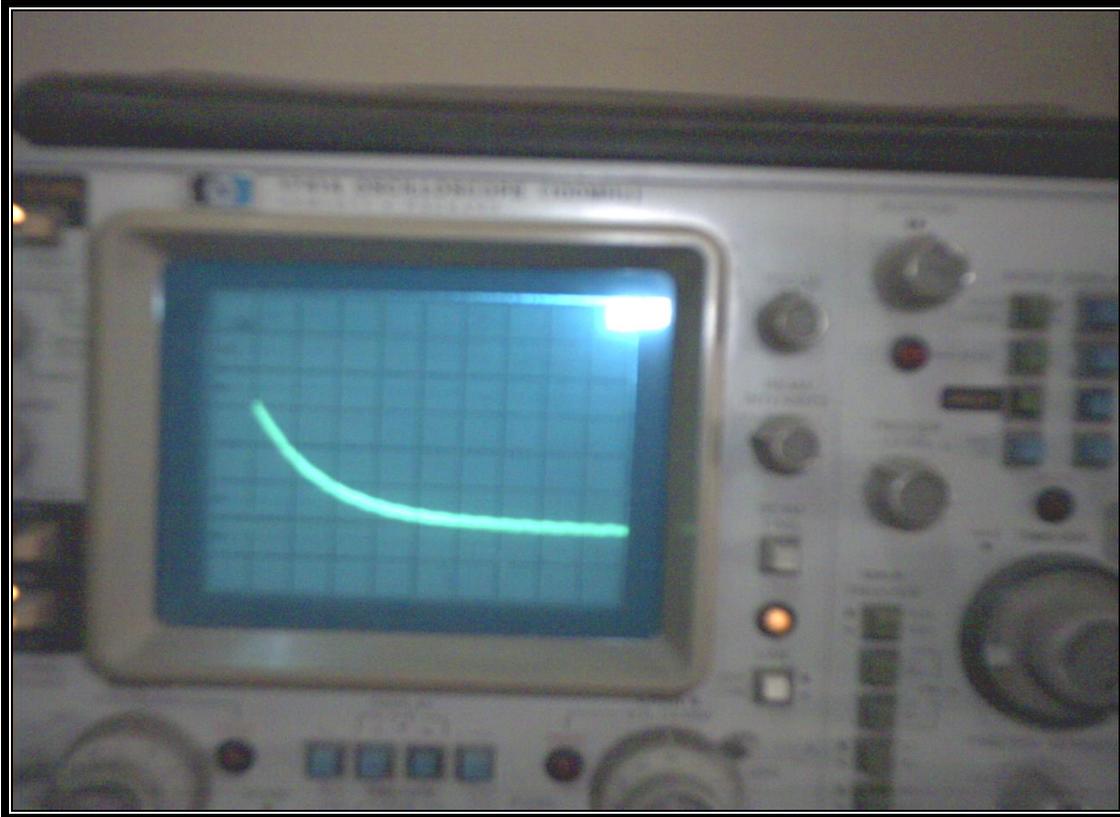
أولاً: الطاقة الضوئية الكلية :

جهزت المنظومة بوساطة مجهز قدرة مستمر بطاقة مقدارها 432 J تمّ خزنها في متسعَات الخزن وبعد طرح الخسائر المتمثلة في عملية تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية داخل المصباح والخسائر الناتجة عن تخلف جزء من الطاقة الكهربائية داخل متسعَات الخزن والخسائر الكهربائية الأخرى داخل المقاومات وجد أن الطاقة الضوئية الكلية المحسوبة هي 139 J , أما الطاقة الضوئية المقاسة فكانت 132 J . وهذه تقلّ قليلاً عن القيمة المحسوبة.

ثانياً : كثافة الطاقة:

وجد أن كثافة الطاقة الضوئية المحسوبة كانت 14 J/cm^2 . أما كثافة الطاقة الضوئية المقاسة 12.3 J/cm^2 وهذه تقلّ قليلاً عن القيمة المحسوبة.

ثالثاً : أمد النبضة . الشكل (١-٤) يوضح أمد النبضة المقاسة.



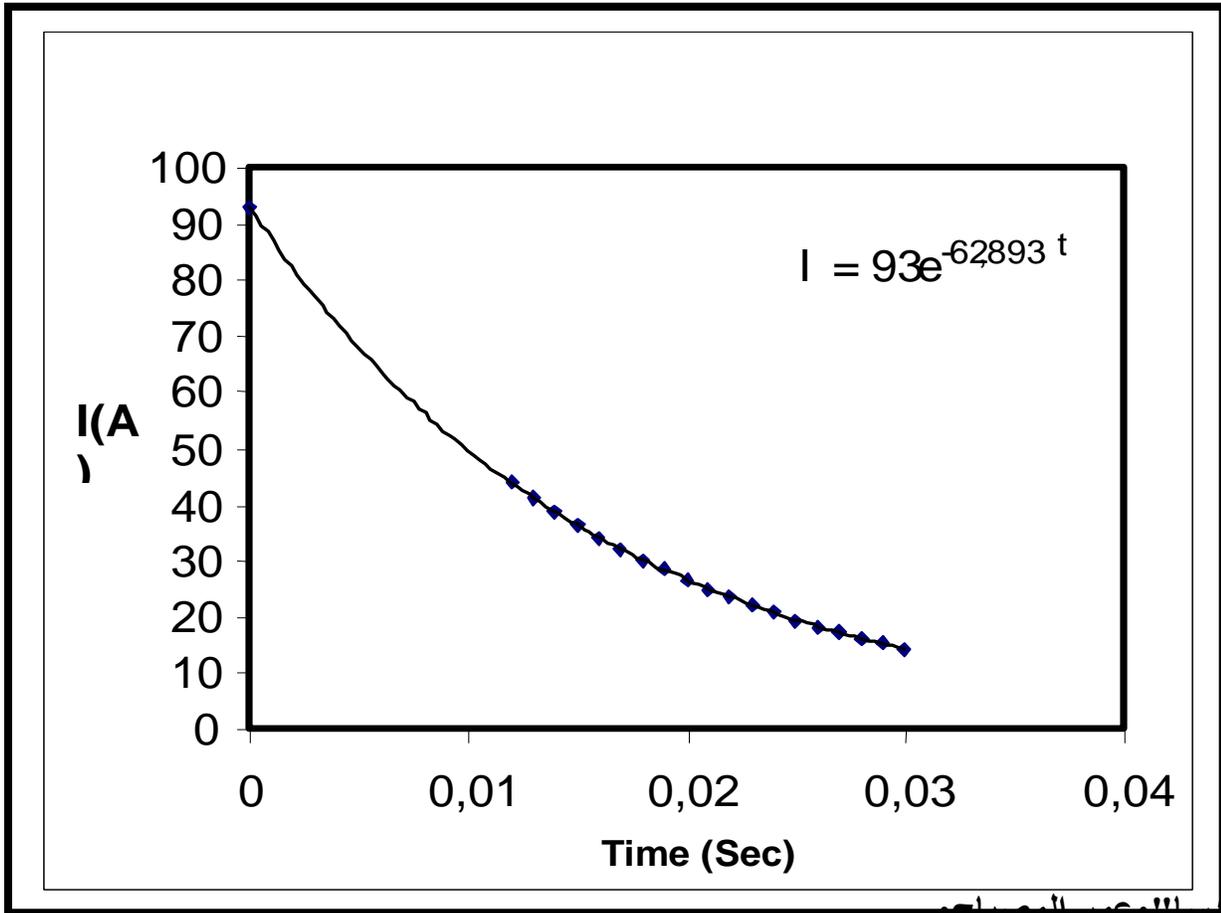
إن قيمة أمد النبضة التي نتجت من الحسابات النظرية هي في حدود ١٦ ms وإن الفرق بين القيمة المقاسة والمحسوبة يعود إلى أن حساب أمد النبضة يعتمد على مقدار مقاومة المصباح التي تؤخذ عند الحسابات لكونها ذات قيمة ثابتة ، علماً أن قيمة مقاومة المصباح متغيرة وهي دالة لقيمة تيار التفريغ الذي بدوره دالة للزمن ومنها حصل هذا الفرق.

رابعاً : الطاقة المتخلفة داخل المتسعات:

وجد أن مقدار الطاقة الكهربائية المتخلفة داخل المتسعات بعد عملية القرح مساوٍ إلى ٦٦ J . علماً أن القيمة المحسوبة كانت ٤٣ J .

خامساً : تيار التفريغ الأعظم وتغير قيمة التيار مع الزمن:

إن قيمة $I_m = 93 \text{ Amper}$ والشكل (٤-٢) يوضح طريقة تغير تيار التفريغ مع الزمن.



سادساً : العمر للمصباح:

إن عمر المصباح الذي تمّ تحديده على أساس مقدار الطاقة المجهزة للمصباح والتي كانت ٣٤٨ J وطاقة الانفجار كانت ١٣٣٨ J ومنها فإن عمر المصباح المتوقع هو 9×10^4 نبضة وهو مقارب للعمر التصميمي المحسوب 10^5 نبضة .

سابعاً : كفاءة التحويل للمصباح:

إن الطاقة الضوئية المقاسة والنتيجة عن المصباح كانت ١٣٢ J والطاقة الكهربائية المجهزة كانت ٣٤٨ J ومنها تمّ حساب قدرة المصباح على تحويل الطاقة الكهربائية إلى ضوئية وكانت ٣٨٪ . وهذه القيمة تقع ضمن القيم التصميمية المطلوبة .

ثامنا" : كفاءة التجميع للمجمع البصري:

إن الطاقة الضوئية المقاسة والناجمة عن المصباح كانت $J ١٣٢$ وإن الطاقة الضوئية المقاسة والخارجة من فتحة المجمع هي $J ٦١.٥$ وعليه فإن كفاءة التجميع هي $\% ٤٦.٦$ وهي أقلّ بقليل من الكفاءة التصميمية . وإن الفرق يعود إلى وجود فتحات في المجمع غير مغطاة بالمعدن.

٢-٤ : نتائج توصيف المنظومة الثانية:

أولاً:" الطاقة الضوئية الكلية :

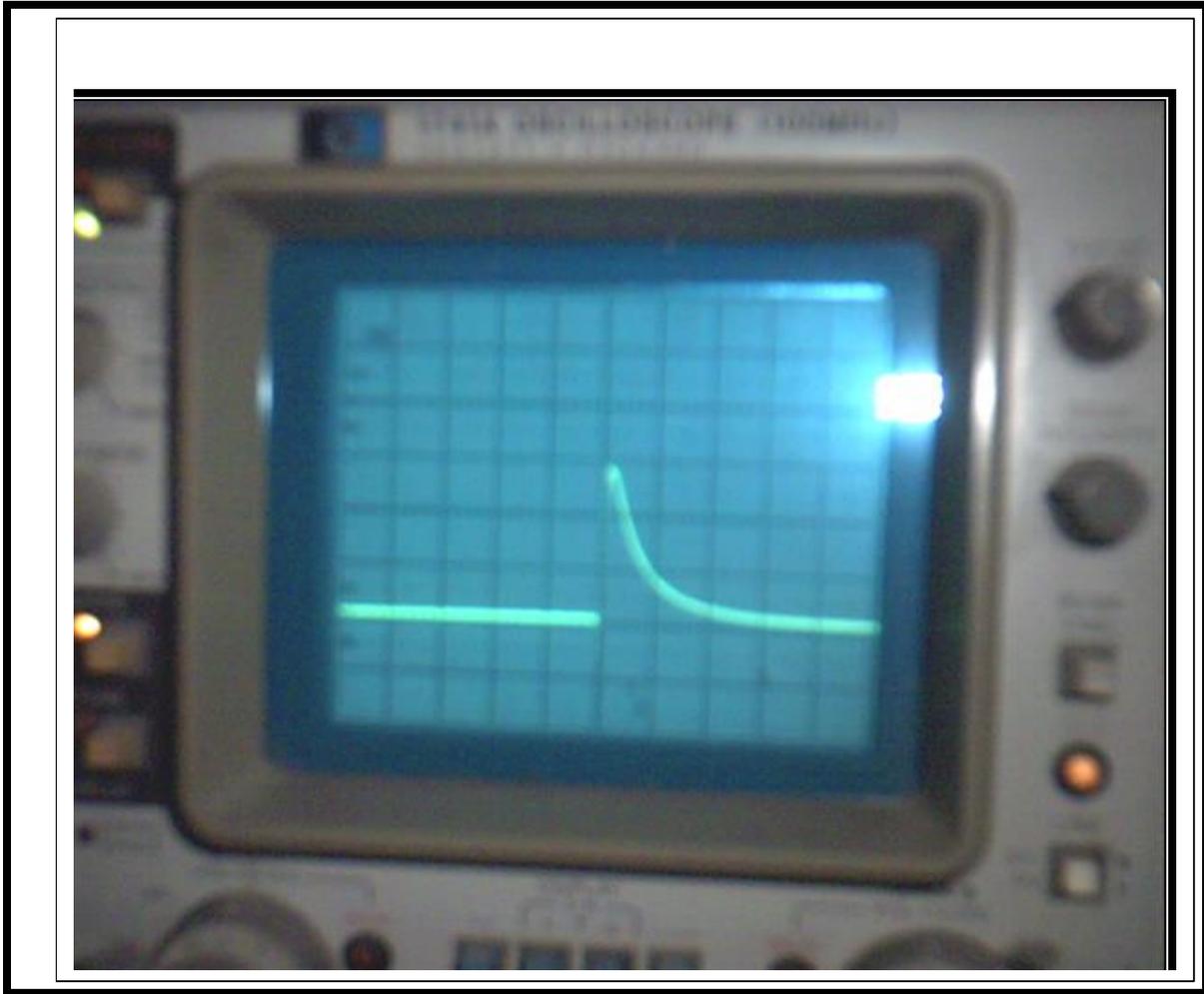
جهزت المنظومة عن طريق مجهر قدرة مستمر بطاقة مقدارها $J ٩٤١$ تمّ خزنها في متسعَات الخزن وبعد طرح الخسائر المتمثلة في عملية تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية داخل المصباح والخسائر الناتجة عن تخلف جزء من الطاقة الكهربائية داخل متسعَات الخزن والخسائر الكهربائية الأخرى داخل المقاومات وجد أن الطاقة الضوئية الكلية المحسوبة $J ٣٥٥$. أما الطاقة الضوئية المقاسة عملياً فكانت $J ٢٩٠.٤$. وهذه تقلّ عن القيمة المحسوبة .

ثانياً:" كثافة الطاقة:

وجد أن كثافة الطاقة الضوئية المحسوبة فكانت $J/cm^2 ٣٦.٢$. أما كثافة الطاقة الضوئية المقاسة $٢٧.٢ J/cm^2$ وهذه تقلّ عن القيمة المحسوبة.

ثالثاً" : أمد النبضة :

الشكل (٣-٤) يوضح أمد النبضة المقاسة عند الحد الأعلى للفولتية.



شكل (٣-٤) أمد النبضة عند حساسية 2 V/div و 50 ms/div حيث يتضح من الشكل أن أمد النبضة في حدود 45 ms حيث إن حساسية الزمن في الشكل هي 50 ms/div وحساسية الفولتية هي 2 V/div .

والشكل (٤-٤) يوضح أمد النبضة المقاسة عند الحد الأدنى للفولتية.



شكل (٤-٤) أمد النبضة عند حساسية ٢V/div و ٥٠ms/div.

حيث يتضح من الشكل أن أمد النبضة في حدود ٤٠ ms حيث إن حساسية الزمن في الشكل هي

٥٠ ms/div وحساسية الفولتية هي ٢ V/div .

إن قيمة أمد النبضة التي تتوقعها الحسابات النظرية هي في حدود (٣٠-٣٤) ms وإن الفرق بين القيمة المقاسة والمحسوبة يعود إلى أن حساب أمد النبضة يعتمد على مقدار مقاومة المصباح والتي تؤخذ عند الحسابات لكونها ذات قيمة ثابتة , علمًا أن قيمة مقاومة المصباح متغيرة وهي دالة لقيمة تيار التفريغ الذي بدوره دالة للزمن ومنها حصل هذا الفرق .

رابعاً: عمر المصباح:

إن عمر كل مصباح تم تحديده على أساس مقدار الطاقة المجهزة للمصباحين والتي هي J ٨٣٥ عند الحد الأعلى للفولتية و J ٢٢١ عند الحد الأدنى للفولتية وطاقة الانفجار كانت J ٦٧٢٠ حيث إن العمر المتوقع لكل مصباح عند الحد الأعلى للفولتية هو $١٠^٥ * ٧$ نبضة , والعمر المتوقع لكل مصباح عند الحد الأدنى للفولتية هو $١٠^٦ * ٢$ نبضة . وفي كلا الحالتين هو مقارب للعمر التصميمي المحسوب .

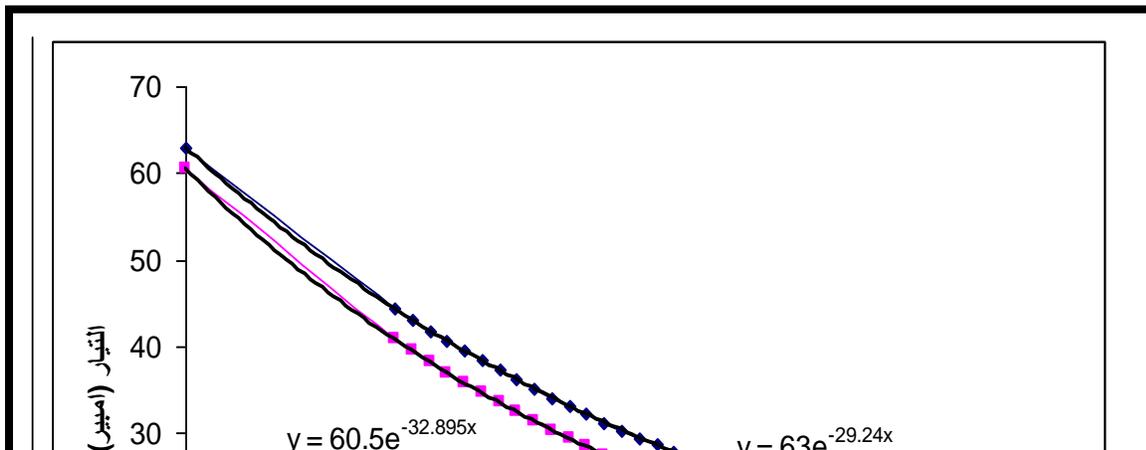
خامساً : الطاقة المتخلفة داخل المتسعات:

وجد أن مقدار الطاقة الكهربائية المتخلفة داخل المتسعات بعد عملية القرح مساوية إلى J ٥٣ عند

الحد الأعلى للفولتية ومقدار الطاقة الكهربائية المتخلفة داخل المتسعات بعد عملية القرح مساوية إلى J ٣٠ عند الحد الأدنى للفولتية وهو مقارب جداً للقيم المحسوبة .

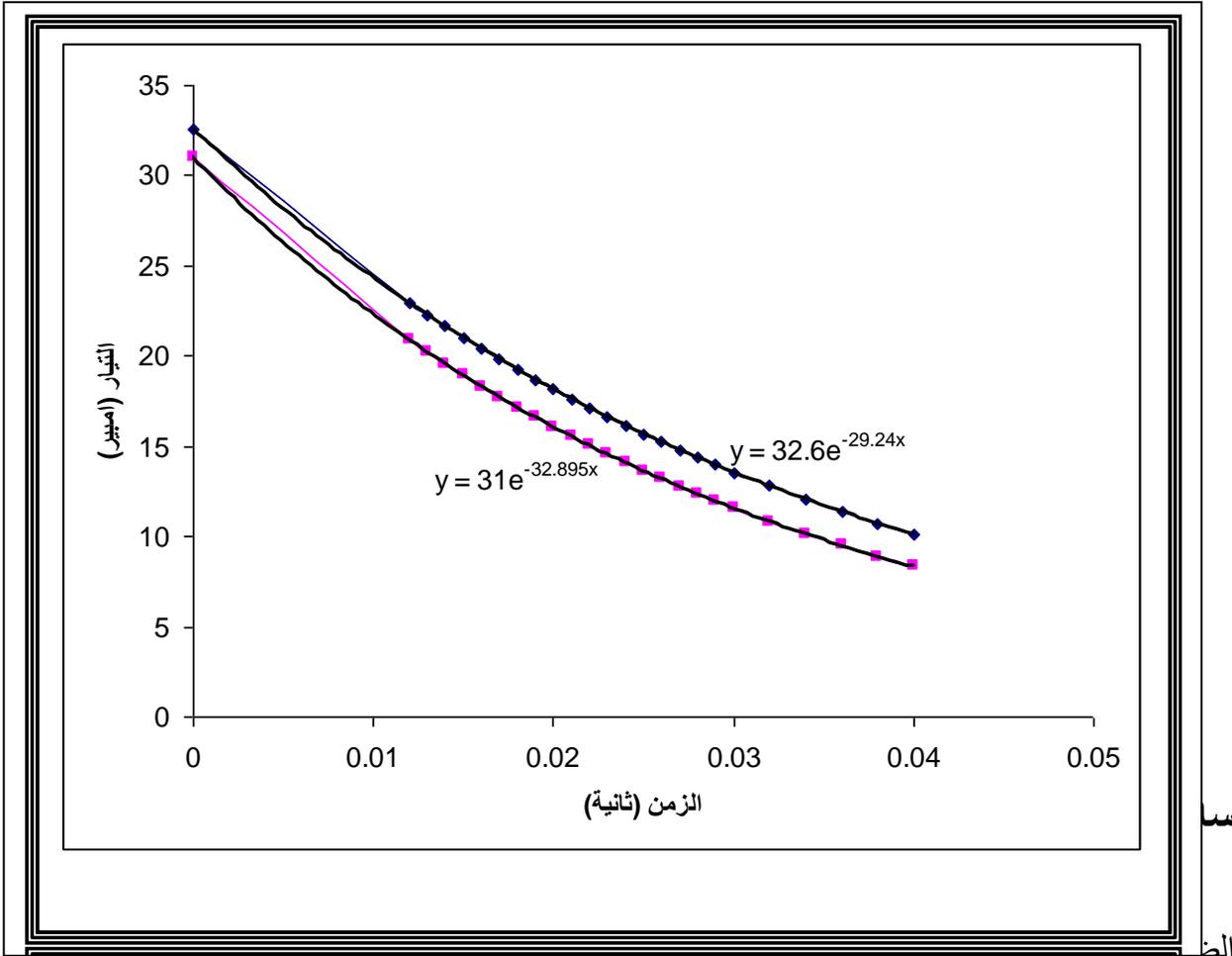
سادساً: تيار التفريغ الأعظم وتغير قيمة التيار مع الزمن:

إن قيمة تيار التفريغ الأعظم للمصباح الأول والمصباح الثاني عند الحد الأعلى للفولتية هو $I_{m1} = 63A$ و $I_{m2} = 60.5 A$ على الترتيب. والشكل (٤-٥) يوضح طريقة تغير تيار التفريغ مع الزمن لكلا المصباحين عند الحد الأعلى للفولتية.



شكل (٥-٤) تغير تيار التفريغ مع الزمن لكلا المصباحين عند الحد الأعلى للفولتية

أما قيمة تيار التفريغ الأعظم للمصباح الأول والمصباح الثاني عند الحد الأدنى للفولتية هو $I_{m1}=32.6 A$ و $I_{m2}=31 A$ على الترتيب . والشكل (٦-٤) يوضح طريقة تغير تيار التفريغ مع الزمن لكلا المصباحين عند الحد الأدنى للفولتية



للفولتية كانت J ٢٢١ ومنها تمّ حساب قدرة المصباحين على تحويل الطاقة الكهربائية الى ضوئية وكانت بين ($37.5\% - 52.8\%$) . وهاتان القيمتان تقع ضمن القيم التصميمية المطلوبة ومنها يتضح أن كفاءة التحويل للمصباحين أعلى عند الفولتيات الأعلى.

ثامناً " : كفاءة التجميع للمجمع البصري :

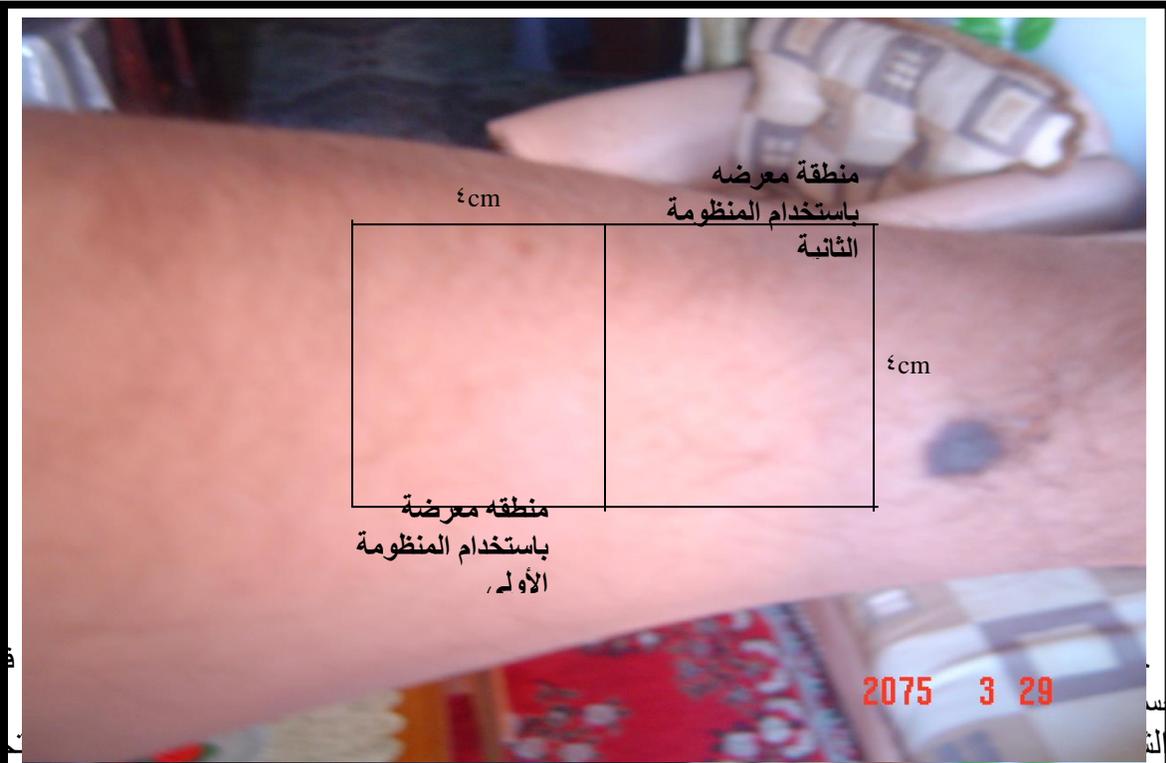
إن الطاقة الضوئية المقاسة والناجمة عن المصباحين عند الحدّ الأعلى للفولتية كانت J ٤٥٠ وإن الطاقة الضوئية المقاسة والخارجة من فتحة المجمع هي J ١٨١ وعليه فإن كفاءة التجميع هي 40.2% . وهي أقل بقليل من الكفاءة التصميمية . أما الطاقة الضوئية المقاسة والناجمة عن المصباحين عند الحدّ الأدنى للفولتية كانت J ٨٢.٥ وإن الطاقة الضوئية المقاسة والخارجة من فتحة المجمع هي J ٣٣ وعليه فإن كفاءة التجميع 40% وهي قيمة متوقعة حيث كفاءة المجمع لا تتأثر بتغير الفولتية .

٤-٣ : نتائج إزالة الشعر :

لغرض إجراء دراسة نظامية يمكن اعتماد نتائجها في موضوع إزالة الشعر إزالة دائمة نحتاج إلى مدة زمنية لاتقلّ عن سنة واحدة وذلك بسبب دورة حياة الشعرة ، وعلى هذا الأساس فإن نتائج إزالة الشعر التي توصل إليها البحث تمثل إزالة الشعر من مناطق منتخبة تمّ مراقبتها لمدة ثلاثة أشهر . حيث تمّ إزالة شعر يد عند منطقة الساعد إذ انتخبت مساحة قسمت إلى جزئين متساويين cm^2 (4×4) الجزء الأول تمّ تعريضه إلى كثافة طاقة مقدارها $12 J/cm^2$ باستخدام المنظومة الأولى والمنطقة الثانية تمّ تعريضها لكثافة طاقة $25 J/cm^2$ من المنظومة الثانية . المنطقة التي تمّ تعريضها إلى كثافة طاقة $25 J/cm^2$ لوحظ عليها آثار ضرر بالبشرة تم ملاحظته بعد التعرض لنبضة واحدة وبعد التعرض مباشرة . والشكل (٤-٧) صورة فوتوغرافية توضح الضرر الناتج .



ونتيجة للضرر تطلب الأمر تغطية المنطقة المراد معالجتها بمادة هلامية (Gel) شفافة لغرض التبريد وعرضت المنطقة لعدد من النبضات . والشكل (٤-٨) صورة فوتوغرافية للمنطقة المعرضة باستخدام المنظومة الأولى والثانية بعد ثلاثة أشهر من إجراء التعريض.



فرق
تخدام
نطقة

مست
الت
المنظ
المر



الشكل (٩-٤) صورة فوتوغرافية لساق متضررة بعد تعريضها لكثافة طاقة 20 J/cm^2 من المنظومة الثانية
والشكل (١٠-٤) صورة فوتوغرافية لمنطقة الساق بعد ثلاثة أشهر من إجراء التجربة باستعمال المنظومة الأولى حيث يلاحظ نقص واضح في كمية الشعر .



ية قد
تهدفة
ريض

كا
أوضح
مع انتفا

البشرة بنبضات ذات كثافة طاقة مقدارها 20 J/cm^2 مغطاة بطبقة من مادة هلامية شفافة. والشكل - (١١)
(٤) يوضح الانتفاخ والاحمرار الناتج مما يدل على أن كثافة الطاقة المستخدمة هي كثافة الطاقة المثالية.



شكل
(١)
١-

هلامية شفافة.

٤-٤ : الاستنتاجات :

- ١- بالامكان بناء منظومة محليا" وبكلفة معقولة يمكن استخدامها في إزالة الشعر في صورة دائمية .
- ٢- اتضح من خلال التجربة أن البشرة ذات اللون من الدرجة (IV) إذا ما عرضت إلى كثافة طاقة في حدود ٢٥ J/cm^2 وبدون استخدام وسيلة تبريد سوف تتعرض إلى ضرر. أما المعالجة المثالية التي حصلنا عليها عندما تتعرض البشرة من النوع الرابع إلى كثافة طاقة في حدود ٢٥ J/cm^2 وهي مغطاة بمادة هلامية شفافة لغرض التبريد.
- ٣- البحث الحالي أوضح بأن الضوء النبضي ذي الشدة العالية وسيلة كفوءة ومؤثرة وأمينه عند استخدامه في إزالة الشعر ومن مناطق مختلفة من الجسم .
- ٤- إن الضوء النبضي ذا الشدة العالية يعتبر بديلاً مناسباً لمنظومات الليزر المكلفة .
- ٥- أوضح البحث امكانية استخدام الضوء النبضي ذي الشدة العالية في إزالة الشعر لبشرة من النوع الرابع دون احداث ضرر للبشرة عند كثافة الطاقة المناسبة وهذا يعطي اهمية لهذه الوسيلة ، حيث ان هذا النوع من البشرة هو السائد في منطقتنا .
- ٦- اتضح من خلال البحث وجود عتبه للتلف عند عدم وجود وسيلة للتبريد وهي بحدود ٢٥ J/cm^2

للبشرة من النوع الرابع .

٧- اوضحت الدراسة ان استخدام مادة هلامية شفافة في عملية التبريد ممكنه وتعمل على رفع نسبة عتبة التلف للبشرة .

٨- البحث الحالي اوضح بأنه بالأمكان استخدام المنظومة الأولى في ازالة الشعر بدون الحاجة الى وسيلة تبريد .

٤-٥: البحوث المقترحة :

١- تحديد عتبة التلف لأنواع متعددة من البشرات السائدة وإلى أي حدّ يمكن رفع هذه العتبة باستخدام وسائل التبريد.

٢- البحث في إيجاد علاقة تبين درجة التباين بين البشرة ولون الشعر وتأثيره في كفاءة إزالة الشعر.

٣- البحث في إيجاد علاقة دقيقة بين قطر الشعرة وزمن النبضة التي تحقق أعلى كفاءة في إزالة الشعر.

٤- استخدام الماء بحاوية زجاجية مرشحاً يقطع الأطوال الموجية القصيرة دون ٣٠٠ نانومتر والطويلة فوق ٩٠٠ نانومتر ودراسة إمكانية استخدامه مع أجهزة إزالة الشعر نوع (HIPL) بدون استخدام وسيلة تبريد إضافية.

٥ - تصميم وبناء منظومة مؤلفة من عدد من المصابيح الومضية الصغيرة تقدر على فترات زمنية متعاقبة بحيث زمن تأثير النبضة في حدود عدد من الملي ثانية والفاصلة بين قرح مصباح وآخر متغيرة في حدود عشرات الملي ثانية بهدف حفظ البشرة.

٦- استخدام الحرارة التي تولدها منظومة الموجات الراديوية (RF) مع المصباح الومضي النبضي في ازالة الشعر.

٧- بناء وتصميم منظومة تحوي مصباحاً ومضياً ومسخناً صغيراً للمصباح الومضيّ ، المسخن يعمل على رفع درجة حرارة الجلد بكل مكوناته إلى درجة حراره في حدود 50°C وبعد ذلك يعرض الجلد إلى نبضة ذات طاقة غير عالية بهدف حفظ البشرة.

٨- دراسة تأثير شكل الحزمة الضوئية في كثافة الطاقة دالةً لعمق النفوذ داخل الجسم باستخدام نماذج رياضية.

٩- دراسة كفاءة تجميع مجمعات بصريه في أشكال هندسية مختلفة وذلك باستخدام نماذج رياضية ومطابقتها مع قياسات عملية.

١٠ - إجراء بحوث باستخدام (HIPL) في معالجة الدوالي وحب الشباب وإعادة الحيوية إلى البشرة.

Reference

- ١- Hopkins J H. Arch Dermatol. ١٣٦, ١٤١٩ (٢٠٠٠) .
- ٢- James W, Tunnell BS, Nelson J ,MD: Epidermal Protection With Spray Cooling During High Fluence Pulsed Dye Laser Irradiation. Lasers in Surgery and Medicine.,٢٧, ٣٧٣-٣٨٣ (٢٠٠٠).
- ٣- Schroeter CA, Raulin C. Laser hair removal. Dermatol Surg., ٥, ٩, ٣٧٤(١٩٩٩)
- ٤- Ronald GI. Wheeland JO, MD. Laser hair removal. ٨٤٠٦, CA. ٩٥٦٢
www.Training.com
- ٥-Miyake RK. Skin temperature measurement during intense light emission .Dermatol Surg ; ٢٧:٥٤٩-٥٥٤.(٢٠٠١)
- ٦- Alex L, M.D : Light and Heat Energy Technology – A novel Approach to Photothermal Hair Removal . Plastic Surgery Clinic. April(٢٠٠٣).
- ٧- Troilius A, Troilius C, Cutan J. Ther. ٣, ,٨,١٧٣ (١٩٩٩).
- ٨- Jackson B, MD.Published by cynosure. Inc.www. Cynosure laser. com. (٢٠٠٤).
- ٩- Anderson RR, M.D. Clinical use of the epilaser system. Harvard medical school Reprinted with permission. March ١٩٩٨.
- ١٠- Gold MH, Bell MW. Dermatol Surg., ٢٣, ١٣, ٩٠٩ (١٩٩٧).
- ١١- Anderson RR. Arch Dermatol., ١٣٩ ., ٧٠-٧٤ (٢٠٠٣).
- ١٢- Kienle A. Lasers Surg. Medicine., ٢٠, ٣٤٦-٣٥٣ (١٩٩٧)

- 13- Kiernan M, Ross G D. Preliminary Clinical Outcomes Using Pulse Intense Flash Lamp. (2005)
- 14- Christine C. Dierickx CC, Anderson RR. Effective, Permanent Hair Reduction Using a Pulsed, High Power Diode Laser. Summary by Coherent Medical, Inc. June 1999.
- 15- Eliot F, Battle JR, MD and Anderson RR, MD: Study of Very Long Pulsed. Provided by Palomar Medical Technologies. Inc. (2000)
- 16- Parrish JA, Anderson RR: The optics of human skin. J Invest Dermatol. 9 (1), 13 (1981) .
- 17- Raulin C, MD, Grema H. Lasers in Surg and Medicine., 32,78- 87 (2003).
- 18- Eckhouse L .Method and apparatus United States Patent., ξ, 5,683,380 (1997)
- 19- Hamzavi, MD., Dermatologic Clinics., 23, 2 (2005).
- 20- Weiss RA, Weiss MA , Marwaha S , Harrington AC: Hair removal with a non-coherent filtered flash lamp intencepulsed light source. Laser Surg Med. 24(2), 128, 32 (1999).
- 21- Clement M .Depilation by ruby laser . PCT patent application GB94\02682.
- 22- Andersson RR, Parrish JA. Selective photothermolysis: precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation. 220:524-7

(1984).

23 -Kurt GK. Published by Coherent, Inc. Laser Hair Removal
Technical Note . NO. 3 (March 1990).

24- Guibr G. Epidermal protection: a comparative analysis
of sapphire contact and cryogen spray cooling. Laser Hair
Removal Technical Note No. 1, Coherent Medical,
Pleasanton,CA, 1999.

25- Sadick, S. The role of lasers and light sources in the
treatment of leg veins. Dermatol Surg; 20-328-336. 1993

26- Christine C, Dierickx, MD. Lumenis Inc. www.lumenis.com.
(2002).

27- Kimel S. New treatment for telangiectases and venulectases: status
of intense pulsed light therapy. Dermatol Surg; 23:1221.(1997)

28- Wellman N, Lara S . Long – term epilation using the Epilight
broad intense pulsed light hair removal system. Dermatol Surg . ;

23 : 909-

13.(1998) .

29- Hsia J. Technical Update., 1 (1998)

30- Pope K. Technical Update., 2 (March 1999)

31- Neil S: Selective Electro-Thermolysis in Aesthetic Medicine.
Lasers in Surgery and Medicine., 24, 91-97 (2004).

32- Laser Electro Optics Technology. (Laser technology- Module 2)
& (Pulsed laser flashlamps and power supplies) &(Flashlamps for
pulsed lasers and Flashlamp power supplies Module 4-4). 23
(2001) .

- 33- Markiewicz J .P , Emmett J . L . Design of Flashlamp Driving Circuits . Journal of Quantum Electronice . Vol . QE -2 No. 11 (Nov. 1976) .
- 34- Hook W.R , Dishington R . H .Xenon Flashlamp Triggering for Laser Applications.I.E.E.E. Transactions on Electron Devices E .D .19, 308 (March 1972)
- 35- Jeffrey D. Parks Dermatolog Center. Photoepilation With The New Pulsed. Laser News. Inc. (2002)
- 36 - Derricks C, MD. Laser-Assisted Hair Removal. Last Updated., 18 , (2004).
- 37 -Arias GA, Navarra E, Vilalta A, Ferrando J. Dermatol Surg., 26(8), 2, 790.- 792 2000.
- 38- Eremia S, Newman N. Laser hair removal. Dermatol Surg., 27, 9209 .(2001)
- 39 - Weiss MA, Robert A. Arch Dermatol., 136, 1336-1340 (2000) .
- 40- Anderson R R. Reprinted with permission. Harvard Medical School. March(1998)
- 41- Skokie R, Mineis G. Laser hair removal. (1999)
- 42- Dierickx C C, MD. Published in Lasers in Medical Science. Harvard Medical School., 1 (1996) .
- 43- Effective Treatment Of Deep And Large Vessels With Vasculight. PhotoDerm® Application Noties. 1, 6 (1998)
- 44- Harvey L , MD. Dermatologic Clinics. 23, 2 (2000)

- ξο- Williams RM, Christian MM, Moy RL. Hair removal using
Dermatologic Clinics. 17, 367-372 (1999)
- ξϑ- Pope K. Clinical Update. January (2000).
- ξϒ-Koeshnir W. Solid-state laser engineering. Springer veriad
New Work(1996

Abstract

This study consists of three main stages. The first stage includes suggesting some designs to obtain a system to remove hair from different parts of human body depending on the principle of selective photothermolysis. Two types of designs for two different systems have been suggested with the necessary energy to operate each one of them and the power that operates each system and the charging circuits.

The second stage includes building the two systems according to the suggested designs where two systems have been designed: the first one contains a straight flash lamp, power supply and charging circuits, while the second one contains two flash lamps made just like the U letter with power supply and charging circuits. Each system contains two mechanical containers, the first one is the mechanical container of the head generating pulse light where the outward light is gathered from the lamp by using reflectors made of Aluminum and geometrical shapes with special measurements.

The second mechanical container includes the charging circuits and power supply. The purpose of building two different systems is to obtain different power density and pulse duration.

The third stage includes describing the two systems concerning the pulse duration and energy density value of power losses in the storage capacitors and the transforming efficiency of the lamps and gathering efficiency to the optical assembly. The first system gave a (28 ms) pulse duration and a (12.3 J/cm²) energy density. The gathering efficiency of the optical assembly was (86.6%) and the lost power in the capacitors is (66 J). The second system gave a (40-45) ms pulse duration and a (27.2 J/cm²) energy density. The gathering was

assembly efficiency ($\xi \cdot \%$) and the lost power in the capacitors is 0.3 J at high voltage and 3 J at low voltage.

In the final stage, the two systems have been used to remove hair for selected samples. It was shown that the two systems have the ability to remove the hair permanently, and it was also found that there is a threshold of the energy density at which a skin damage takes place and this threshold is 20 J/cm² for a skin of the fourth type.

The study has showed the existence of effects associated with the proper energy density for hair removal, like the tendency of the skin to be red with simple swelling at the base of the hair. It has also been proved that it is possible to reduce the damage on the skin by using cooling gel.

***Design and Construction of two Systems for Using
Intense Pulsed Light in Hiar Removal***

A Thesis

Submitted to the Council of College of Science

University of Babylon

In Partial Fulfillment of the Requirements for

The Degree of Master of Science in Physics

By

Amir Abdul Abbas Alwan Aljashami



Safar-١٤٢٧

**March -
٢٠٠٦**