التراكيب الافرازية secretory structure :

وقد يفرق بين عمليتي الاخراج والافراز كالاتي:

الاخراج Excretion : يحدث عندما تطرد المادة الناتجة الى المسافات البينية او الى الخارج، قد تكون هذه المواد مهمة فسلجيا مثل الهرمونات والانزيمات. وتتميز الخلية الاخراجية بغزارة السايتوبلازم وكبر حجم النواة ومنها الشعيرات الغدية والقنوات الراتنجية والقنوات الزيتية والقنوات الحلبية.

الافراز Secretion : يحدث عندما تبقى المادة المنتجة داخل الخلية التي انتجتها، تتميز الخلية الافرازية بكبر حجم الخلايا وكبر حجم فراغها الذي يكون عادة ممتلئ بالمادة المفرزة، وتتمثل الخلايا الافرازية تلك التي تفرز الزيوت الطيارة والمواد الهلامية والمواد الدباغية وغير ذلك. والمتفق عليه استخدام لفظ الافراز ليشمل الاخراج والافراز معا.

منشأ الخلايا الافرازية: Origin of secretory

Protodermالبشرة الاولية: تنتمي الى البشرة مثال ذلك الشعيرات الغدية والغدد الرحيقية Ground.

meristemالمرستيم الاساسي: توجد في هذه الحالة في القشرة والدائرة المحيطية والاشعة النخاعية والنخاع كما هو الحال في الخلايا الدباغية Tannis cells.Procambium الكمبيوم الاولي Vascular cambium:الكمبيوم الوعائي: وعندئذ تظهر خلال الخشب واللحاء بين الخلايا البرانكيمية مثال ذلك القنوات الراتنجية resin ducts في الصنوبريات.

انواع التراكيب الافرازية:

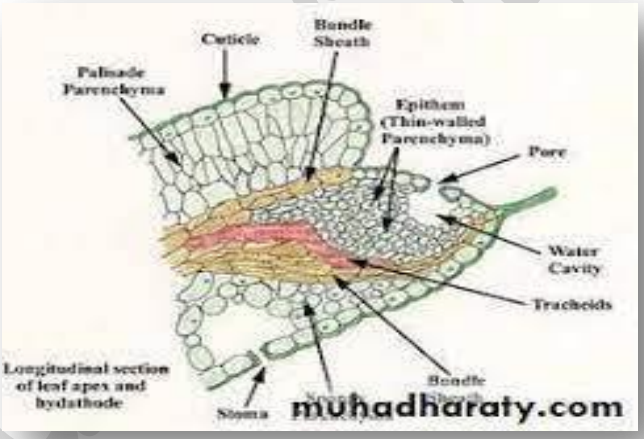
اولا: التراكيب الافرازية الخارجية:

1- **التراكيب الرحيقية Nectaries :** وتوجد مصاحبة للتراكيب الزهرية ولكنها قد توجد ايضا في اجزاء خضرية كالسيقان والاوراق، وتقوم التراكيب الرحيقية بافراز الرحيق Nectar الذي هو عبارة عن سائل سكري جاذب للحشرات او الطيور او حيوانات اخرى ويحتوي رحيق الازهار على سكريات مثل السكروز والكلوكوز والفركتوز فضلا عن احماض امينية اخرى و يوظف الرحيق الزهري في جذب الحشرات لغرض التلقيح الخلطي ، اما التراكيب الرحيقية المصاحبة للاجزاء الخضرية فهي تفرز مواد تجذب الحيوانات المدافعة عن النبات، اذ تجذب بعض النباتات حيوانات معينة (مثل النمل) تتغذى على الرحيق وتدافع في الوقت نفسه عن النبات بمهاجمتها ليرقات الحشرات المتغذية على الأوراق تتكشف التراكيب الرحيقية بشكل سطح غدي او بشكل تراكيب متخصصة ويطلق على الشكلين مصطلح تراكيب رحيقية او غدد رحيقية nectary glands توجد التراكيب او الغدد الرحيقية على الاوراق الكاسية او التويجية او الاسدية او المبايض او على تخت الزهرة. اما التراكيب الرحيقية خارج الزهرة فقد توجد على السيقان والاوراق والاذينات وعلى الحوامل الزهرية.

يتحرر الرحيق الى الخارج بالانتشار عبر جدران الخلية او بتمزق الكيوتكل او عن طريق الثغور الموجودة في البشرة.

2- **الثغور المائية Hydathodes :** توجد الثغور المائية على الاوراق لاسيما على الاسنان الحافية للاوراق او على قممها وتقوم الثغور المائية بافراز الماء الى خارج الورقة بشكل سائل بعملية تدعى **الادماع Gutation**

وتتركب الثغور المائية من نسيج برنكيمي مفكك غني بالمسافات البينية ويختلف عن ميزوفيل الورقة بخلوه من البلاستيدات الخضراء ويقع عند نهايات العروق الممثلة بعناصر قصيبية وقد يظم الثغر المائي فتحة واحدة أو أكثر، وتتم حركة الماء نتيجة الضغط الجذري من العناصر القصيبية الى المسافات البينية ثم الى الخارج عبر فتحات الثغور المحورة الموجودة في بشرة الورقة. يحدث أفراز الماء تحت ظروف انخفاض معدل النتح رغم توفر نسبة عالية من الرطوبة في التربة، ويحدث ذلك عادةً في الليالي الباردة والرطبة عندما يقل النتح بالرغم من أستمرار امتصاص الماء بمعدل عالي، ويعتقد ان اهمية الثغور المائية تكمن في دورها بتخفيف الضغط الناجم عن الزيادة المفرطة بامتصاص الماء ليلاً بواسطة الجذور، وتلاحظ هذه الحالة في نباتات العائلة الخيمية Umbelliferae وكذلك في العائلة المركبة Compositae.



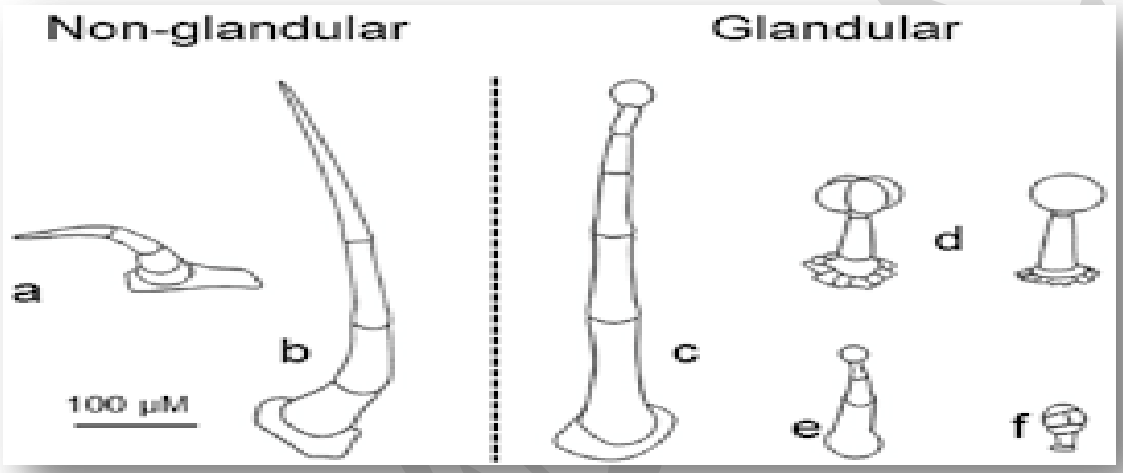
3- الترايكومات الغدية او الشعيرات الغدية : Glandular trichomes

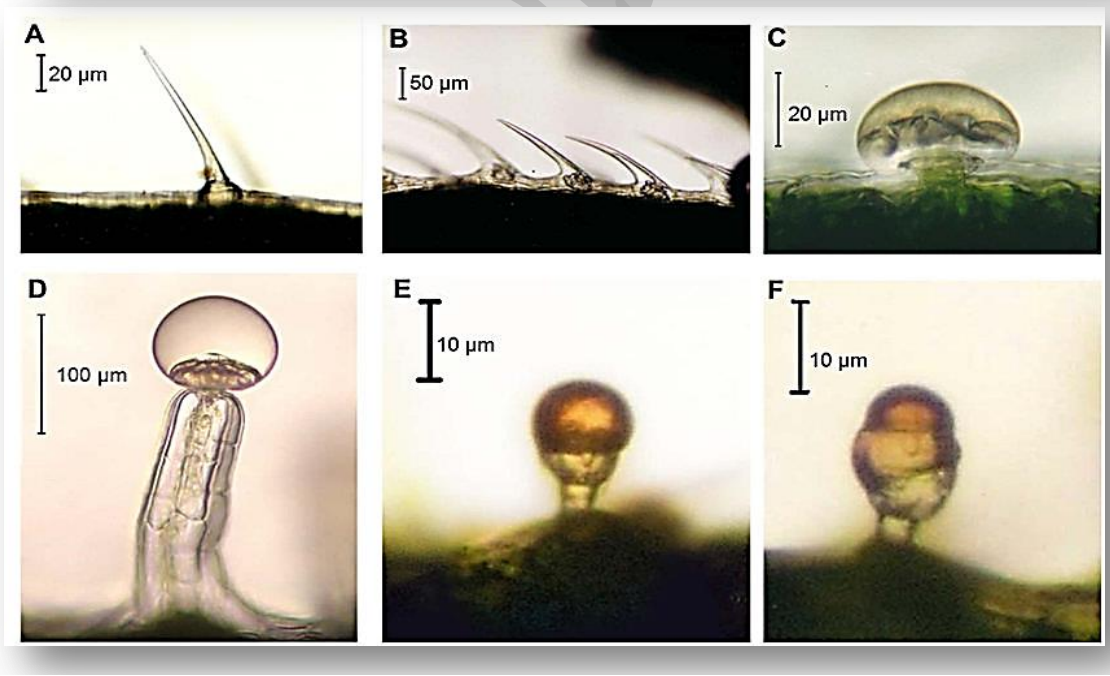
وتتألف من راس وحيد او متعدد الخلايا متخصص بالافراز وعنق غير غدي مكون من خلية واحدة او متعدد الخلايا التي تنتظم بصف واحد او اكثر . تبدأ عملية تكوين الشعيرة الغدية بتمدد جدار خلية البشرة الأولية الى الخارج وبالتوزيع غير المتساوي للسايتوبلازم بعدها يحصل انقسام غير متساوٍ لهذه الخلية ينتج عنه تكوين خليتين احداهما كثيفة السايتوبلازم تمثل خلية الراس والثانية فجوية ثم يحصل انقسام لاحق لخلية الراس لتتحول الى راس غدي متعدد الخلايا ويحاط خلايا الراس بالكيوتكل الذي يتجمع تحته الافراز ، يفرز هذا النوع من الترايكومات او شعيرات البشرة مواد مختلفة مثل الزيوت الطيارة والراتنجات وقد تظهر الترايكومات في نبات النعناع مكونة من راس غدي مكون من ثمانية خلايا تفرز الترايكومات بالغدية في حالات كثيرة مواد طاردة للحشرات التي لبعضها مستقبلات كيمياوية في ارجلها وبواسطة هذه المستقبلات تستشعر الحشرة المادة الطاردة قبل ان تتغذى على النبات، وفي حالات اخرى مثل حشرة المن يتحطم راس الترايكوم الغدي بفعل الحشرة التي تصبح محجوزة بالمادة اللزجة المتحررة من الراس الغدي وهو مايمكن ملاحظته في نبات الطماطة.

وهناك نوعان من الترايكومات هما الترايكومات الجالسة Sessile trichomes والترايكومات المعنقة Stalked ، ويتالف الترايكوم المعنق من خلية قاعدية وراس مكون من خلايا عدة وتوجد فوق الراس قطرة من افراز لزج يتم

بواسطته اصطياد الحشرة . اما الترايكوم الجالس فيتالف من خلية قاعدية وخلية حاملة للراس وراس مكون من 2 – 8 خلية . وتقوم الترايكومات الجالسة بافراز الانزيمات الهاضمة لجسم الحشرة بعد اصطيادها بالترايكومات المعنقة.

ومن انواع الترايكومات المثيرة للاهتمام تلك الموجودة في نبات *Drosera* (قانص الحشرات) اذ تظهر اوراق هذه النبات مجسات التي يمكن اعتبارها غدد معنقة كبيرة اصلها جزئيا من البشرة وتتألف هذه التراكيب من عنق متعدد الخلايا ويحمل راسا مكونا من ثلاثة او اربعة طبقات من خلايا مغطاة بكيوتكل له ثقوب عدة. وتشير الدراسات الى ان الترايكومات الغدية بافرازها للانزيمات الحالة للبروتين تقوم بمساعدة النبات في الحصول على النتروجين من بروتين الحشرة وبذلك يتجاوز النبات ظرف نقص النتروجين في التربة.





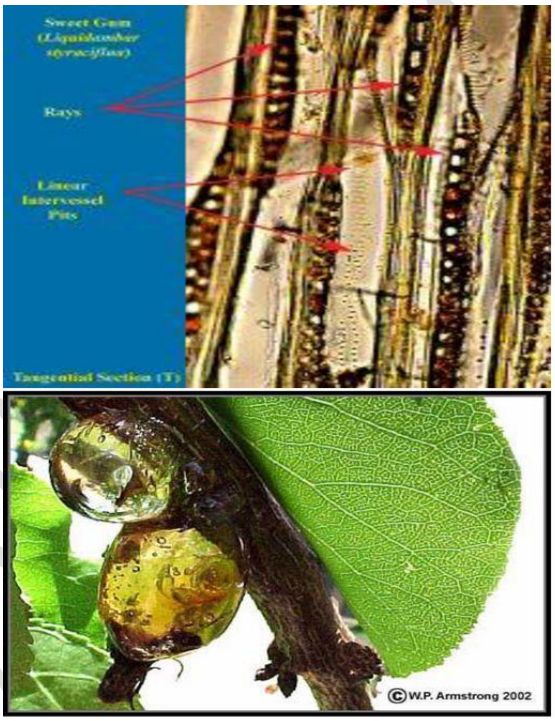
Hemp trichome types. (A) Unicellular non-glandular trichome; (B) cystolythic trichomes; (C) capitate sessile trichome; (D) capitate-stalked trichome; (E) simple bulbous trichome; (F) complex bulbous trichome. Images kindly provided by Dr. David J. Potter.

الغدد الملحية والغدد الطباشيرية : تظهر بعض نباتات البيئة المالحة تراكيب افرازية تعرف بالغدد الملحية التي تفرز الاملاح وتظهر هذه الاملاح بشكل قشور تغطي اوراق النباتات وتمثل الغدد الملحية مواقع لتجمع الاملاح الزائدة الممتصة . مع الماء من التربة وبذلك تسهم هذه الغدد في تكيف النبات للبيئة المالحة.
كما تتميز بعض النباتات بوجود غدد تفرز كاربونات الكالسيوم والمغنيسيوم وتعرف بالغدد الطباشيرية.

ثانيا : التراكيب الافرازية الداخلية:

1) **الخلايا الافرازية Secretory cells :** وهي خلايا كبيرة تحتوي على مواد مختلفة مثل الزيوت والتانينات والراتنجات والبلورات وتوجد هذه الخلايا المتخصصة منتشرة بين خلايا اخرى اقل تخصصا ولهذا توصف بانها خلايا منعزلة idioblasts بعض الخلايا الافرازية تكون ذات محتوى زيتي او ذات محتوى راتنجي او مخاطي او ذات محتوى من التانينات اما الخلايا الافرازية الحاوية على البلورات فيمكن ملاحظتها من خلال احتوائها على بلورات ابرية .

2) **القنوات الصمغية Gum canal or ducts:**



2. القنوات الصمغية Gum canals or ducts

تنتج ظاهرة التصمغ Cummosis اساسا من تحور في مواد جدران الخلايا من وجودها على هيئة جدران الى مواد غير متبلورة تتخذ شكل الصمغ. قد يؤدي التصمغ الى تكوين تجاويف او قنوات صمغية ذات منشأ انقراضي في انسجة معينة او في الانسجة العادية. ففي تحت العويلة الاجاحية Prunoideae يكون الكمبيوم مجموعات خاصة من خلايا برانكيمية بدلا من عناصر الخشب العادية ويبدأ التصمغ مباشرة في هذه المجموعات من المركز وينتشر الى الخارج تدريجيا كما يبدأ التحلل الجداري من الجدار الابتدائي حتى يصل الى اخر طبقة من الطبقات الداخلية للجدار الثانوي المحاذية لتجويف الخلية، وينتج عن ذلك فراغ في الوسط يمتلئ بالمواد الصمغية، وقد تمتلئ الاوعية بالصمغ الا انه يتكون نتيجة تحلل صفائح الجدار الثانوي. ومن الامور الشائعة حدوث التصمغ في القلف اذ يتكون الصمغ العربي Cum Arabic المعروف الذي يفرز بوفرة في اشجار السنط السنغالي *Acacia Senegal* وانواع اخرى من السنط وقد يحدث التصمغ نتيجة حالة مرضية كما هو في اشجار الموالح اونتيجة الحشرات او التضرر من مؤثرات ميكانيكية او من اضطرابات فسيولوجية.

3-الغدد والقنوات Glands and ducts : هي عبارة عن فسح او تجاويف محاطة بخلايا افرازية رقيقة الجدار كثيفة السايتوبلازم وتحرر هذه الخلايا افرازها الى هذه التجاويف الداخلية التي قد تكون متساوية الأبعاد وتعرف بالغدد Glands او متطاولة في احد ابعادها وتعرف بالقنوات ducts وتنشأ هذه التجاويف نتيجة انفصال الخلايا عن بعضها عند الصفائح الوسطى وتعرف في هذه الحالة بالتجاويف الانفصالية أو نتيجة تحلل بعض الخلايا وتعرف بالتجاويف الانحلالية. يعتبر الراتنج احيانا الية للدفاع الكيمياوي ولاسيما في غلق الجروح وطرد الحيوانات.

4- **التراكيب الحليبية laticifers** : يعد الحليب النباتي Latex اهم مادة تفرزها النباتات، وهو سائل تفرزه خلايا مفردة او مجموعة خلايا متخصصة تعرف جميعها بالتراكيب الحليبية، ويوصف بانه سائل حليبي اي ابيض اللون لكنه قد يكون شفافا اي عديم اللون او بلون اصفر - برتقالي او بلون بني في نباتات اخرى ويحتوي على مواد مختلفة مثل الكاربوهيدرات والاحماض العضوية والقلويدات والتربينات والتانينات والزيوت والراتنجات والانزيمات والمطاط.

في نبات *Carica papaya* يحتوي الحليب النباتي على انزيم هاضم للبروتين يعرف بالبابيين papain اما الحليب النباتي لنبات الخشخاش فيحتوي على القلويد opium المهم طبيا ويعد نبات التين المطاط ونبات المطاط البرازيلي من المصادر الرئيسة للمطاط الطبيعي. تقسم التراكيب الحليبية الى نوعين هما التراكيب الحليبية المفصلية (المركبة) والتي تنشا من سلسلة خلايا التي قد تتحد مع بعضها عن طريق ذوبان الجدران الفاصلة بينها والنوع الآخر التراكيب الحليبية غير المفصلية والتي تنشا من خلايا مفردة.

-انواع القنوات الحليبية:

القنوات الحليبية غير المفصلية او الخلايا

Non-articulated laticifers or cell: تنشأ هذه القنوات من خلية واحدة تتمدد بدرجة كبيرة مع نمو النبات ولهذا تسمى بالخلايا الحليبية قد تكونبسيطة كما في نبات عين البزون Vinca والحريق Urtica متشعبة كما في السوسب والدفلة والتين. ورغم تشعب الخلايا الحليبية فلا يحدث أي تشابك على الاطلاق وقد تتشابك مرة واحدة داخل الجنين ثم تمتد بعد ذلك في جسم النبات. وفي حالات اخرى تنشأ الخلايا الحليبية مرارا الا انها تبقى محصورة داخل السلامية او في الورقة والفرع المتصل بها كما في نبات الونكا.

القنـــــــوات الحليبيـــــــة المفصـــــــلية laticifers Articulated:

تتكون من عدد من الخلايا تتصل بنهاياتها بطريقة تشبه الاوعية الخشبية وقد تبقى الجدران الطرفية كاملة او مثقبة او قد تتلاشى تماما. ولذلك تسمى هذه القنوات بالاوعية الخشبية، وتميز هذه القنوات بعض انواع تنتمي الى العائلة المركبة والعليقية والخشخاشية وغيرها.قد تكون بسيطة غير متفرعة كما في الموز والبصل والعليق او تتفرع مع استمرار مرورها داخل انسجة النبات مكونة نظاما معقدا قد تتشابك فيه الفروع باتصالات مستعرضة كما هو الحال في نبات الخشخاش.

التواجد: توجد في اللحاء او الدائرة المحيطية في الساق او الجذر كما توجد في النسيج المتوسط بالاوراق، وفي نبات الخشخاش يمتد التركيب الحليبي خلال النبات الا انه اكثر غزاره في المبيض وبذلك يكون شبكة تمر فروعها الرئيسية موازية للحزم الوعائية وتتصل فيما بينها عن طريق التشابك.اما في نبات المطاط البرازيلي Hevea brasileinsisفان التراكيب الحليبية تظهر اساس في القلف او قد توجد في النخاع والاوراق، وتعتبر التي تظهر في القلف الداخلي المصدر الرئيس للمطاط. وهذه تنشأ من الكمبيوم وتنتظم في حلقات متوازية تتصل ببعضها داخل الحلقة الواحدة بتشابكات.Anastomses اما في الموز فتقترن الاوعية الحليبية غير المتفرعة بالانسجة الوعائية على خلاف ماهو مشاهد في البصل حيث ترتبط القنوات بالانسجة الوعائية باي شكل من الاشكال انما توجد في النسيج المتوسط للحراشيف.

3. التراكيب او القنوات الحليبية Laticifers or Laticiferous canals

هي تراكيب افرازية تقوم بافراز مادة خاصة تسمى الحليب النباتي Latex وهو معلق لزج يحتوي على العديد من الدقائق الصغيرة يوجد في مغطاة البذور تضمها عشرون عائلة معظمها ينتمي الى ذوات الفلقتين ومن امثلتها التوتية والسوسبية والدفلية والخشخاشية والقليل منها ينتمي الى ذات الفلقة الواحدة مثل الفصيلة الموزية وتنتمي هذه العوائل النباتية الى مجموعات تصنيفية متباينة.

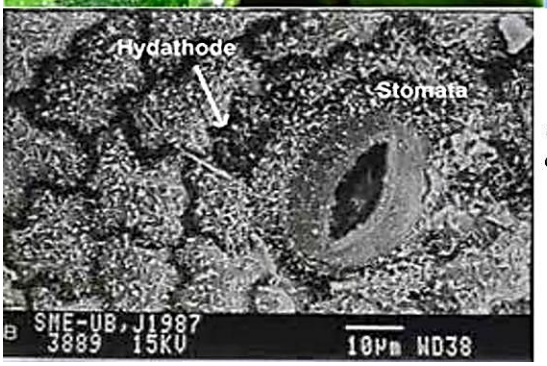
الاهمية الاقتصادية للافرازات النباتية

تكتسب افرازات نباتات كثيرة في المجال التجاري الا انها لاتصل الى اهمية الحليب النباتي المؤلف من محتويات مختلفة منها المطاط الذي يختلف حاصله باختلاف النبات، وقد تمكن الخبراء من زيادة انتاج المطاط في النبات عن طريق الهرمونات النباتية.

فقد يستعمل الحليب النباتي لانواع جنس *Palaquium* في صناعة الاوعية والاواني وكرات الكولف ولتغليف الكيبلات تحت الارض وتحت الماء، اما الحليب النباتي لنبات *Achras* فهو المصدر الاصلي للمادة التي تصنع منها العلكة، بالاضافة الى مادة ال opium ومشتقاته في المجال الطبي والافرازات الزيتية مثل زيت الزيتون وزيت العصفر في المجالات الصناعية.

مقارنة بين الثغور الحقيقية والثغور المائية.

ت	الثغور الحقيقية	الثغور المائية
1	تتالف من خلايا حارسة كلوية او صولجانية الشكل	تتألف من خلايا حارسة كلوية الشكل
2	جدران الخلايا الحارسة غير منتظمة السمك	جدران الخلايا الحارسة منتظمة السمك
3	تحتوي الخلايا الحارسة على بلاستيدات خضر وتقوم بعملية البناء الضوئي	الخلايا الحارسة لاتحتوي على بلاستيدات خضر ولا تقوم بعملية البناء الضوئي
4	تمارس الية فتح وغلق الثغور	الثغور مفتوحة دائما
5	تقوم بعملية النتح (اي خروج الماء الزائد من النبات بشكل بخار)	تقوم بعملية الادماع (خروج الماء الزائد من النبات بشكل سائل)
6	تتوزع على اجزاء مختلفة من الورقة	ينحصر وجودها بحافات الاوراق
7	توجد بمواقع مختلفة نسبة للبشرة ، غائرة مرتفعة، بمستوى سطح البشرة)	تكون مرتفعة عن بقية خلايا البشرة
8	خروج الماء والغازات بطريقة الانتشار البسيط	خروج الماء منها نتيجة الضغط الجذري
9	توجد في اجزاء نباتية مختلفة من المجموع الخضري	توجد في الاوراق حصرا
10	كثيرا ما تصاحبها خلايا مساعدة قد تشترك معها في الاصل	لا تصاحبها خلايا مساعدة
11	تقوم بالتبادل الغازي	ليست ممرا لتبادل الغازات
12	وظيفتها مستندة الى تركيب معين اصله من مرستيم واحد البشرة الأولية)	(تركيبها معقد تسهم في بنائه مرستيمات مختلفة بشرة اولية وكامبيوم وعائي ومرستيم اساس)



مميزات الثغور المائية عن الثغور الحقيقية:

1. **تبقى مفتوحة بصورة دائميه، وذلك لانتظام سمك جدران الخلايا المحيطة بالثغر المائي.**
2. **الخلايا الحارسة فيه تكون اكبر من الخلايا الحارسة في الثغور الحقيقية.**
3. **تبدو القمة التي تحتوي على الثغر المائي منتفخة وتقع عند نهاية حزمة وعائية مكونة من بضع قصيبات او من قصيبة نهائية مفردة فقط.**
4. **خلايا الثغر المائي صغيرة الحجم ذات انوية ظاهرة وسايتوبلازم غزير وتسمى في مجموعها باسم النسيج الطلائي.**
5. **تحتوي على المسافات البينية الواسعة يمر من خلالها الماء تحت الضغط المائي من القصيبات حتى الفراغ الواقع تحت فتحة الثغر مباشرة .**
6. **وقد يحتوي الثغر المائي على فتحة مائية واحدة او اكثر من فتحة كما في افراد العائلة الخيمية والمركبة.**