تقنيات تحضير موقع العمل

إن تنفيذ أعمل التشييد مرتبط إلى حد كبير بتحضير الموقع بالشكل الذي يؤمن استمرارية هذه الأعمال وذلك باتخاذ عدة إجراءات تتعلق بالظروف المحيطة بموقع العمل وبمكان وجوده (خارج المناطق المأهولة أم داخلها)، وهذه الإجراءات تتضمن ما يلي: **س: عدد إجراءات تحضير موقع العمل :**

- تركيب سور لموقع العمل (إن كان ذلك ضرورياً).
- التدعيم المؤقت للمنشآت الخاضعة للهدم.
- إزالة العوائق الطبيعية والأبنية القديمة.
- تصريف المياه السطحية وتخفيض منسوب المياه الجوفية في موقع العمل.
- إلغاء أو نقل جميع شبكات الطاقة والمياه الحلوة والصرف الصحي.
- نقل طبقة التربة الصالحة للزراعة.
- مد شبكة الطرق المؤقتة أو الدائمة لتخديم الموقع.
- إنشاء الشبكة الجيوديزية اللازمة لتنزيل الأبنية.
- توزيع شبكات وأمكنة التخديم والإدارة.

1. التدعيم المؤقت للمنشآت الخاضعة للهدم :

❖ قد تبرر أعمال التدعيم المؤقت للأبنية الخاضعة للهدم بهدف تامين الاستقرار وعدم الانهيار المفاجئ لهذه الأبنية وكذلك لتدعيم بعض المنشآت المجاورة لها من أجل الحفاظ عليها.

❖ كما يمكن أن تبرر أعمال التدعيم المؤقت في الكثير من الحالات، ومنها:

1. لتدعيم الجدران التي تشكل خطراً أو من المرجح أن تصبح غير مستقرة بسبب هبوط أو انتفاخ التربة أو الميلان.
2. لدعم الجزء العلوي من جدار حامل خلال تنفيذ فتحة كبيرة في القسم السفلي منه.
3. لتدعيم بلاطة أو سقف بهدف التمكن من إزالة الجدار الحامل واستبداله بجائز.

2. إزالة العوائق الطبيعية والأبنية القديمة:

❖ قبل البدء بهذه الأعمال يتم أولاً إلغاء أو نقل جميع شبكات الطاقة والمياه الحلوة والصرف الصحي من موقع العمل أو إلى أمكنة ضمن الموقع يتم تحديدها مسبقاً على مخطط الموقع العام.

❖ بعد ذلك يتم نقل الأشجار إلى أماكن خارج موقع العمل إن أمكن ذلك أو قصها بواسطة منشار ميكانيكي أو كهربائي أو بواسطة بلدوزرات ومجارف آلية.

♣ س.د: فك وهدم الأبنية يتضمن مرحلتين. مرحلة تحضيرية ومرحلة تنفيذية. اكتب ما تعرفه عن هاتين المرحلتين.

◄ **هدم الأبنية القديمة وإزالتها يمكن أن يتم وفق مرحلة تحضيرية ومرحلة تنفيذية:**

المرحلة التحضيرية: في المرحلة التحضيرية وقبل البدء بأعمال تفكيك وهدم المنشآت، يجب أولاً دراسة وضع المباني أو المنشآت الموجودة حيث نقوم بتحديد الحالة الفنية لهذه المنشآت بشكل عام، وذلك من حيث:

- حالة عناصر المبنى الإنشائية.
- إمكانية الاستفادة من العناصر الإنشائية لاحقاً.
- حجم الأعمال الواجب القيام بها.
- طرق الفك أو الهدم.

المرحلة التنفيذية: بناء على هذه الدراسة يتم وضع المخططات التنفيذية لهذه الأعمال والتي يجب أن تتضمن:

- أساليب التدعيم المؤقت.
- تحديد الآليات اللازمة للتنفيذ.
- كما يجب تحديد المناطق الخطرة ووضع الشارات والمنبهات والحواجز لمنع مرور وتواجد الأشخاص في تلك المناطق.

- تنفيذ الهدم يتطلب مهارة عالية وفي بعض الأحيان يتخلله بعض المخاطر لذلك مهما كان حجم العمل صغيراً ينبغي أن يعهد إلى مقاول متخصص.

◄ **هدم أي مبنى أو منشأ يمكن أن يتم تحت بندين رئيسيين:**

1. هدم كلي للمنشأ.
2. هدم جزئي للمنشأ.

- وقبل البدء باي عملية هدم جزئي أو كلي، يفضل إزالة جميع العناصر القابلة للبيع بعناية مثل النحاس والرصاص والحديد الصناعي والتجهيزات المنزلية والنوافذ والأبواب والإطارات.

♣ س.د: إن اختيار طريقة الهدم المناسبة يتعلق بمجموعة معايير. عدد هذه المعايير مع الشرح.

- **شكل المنشأ:** على سبيل المثال، بناء صناعي أو سكني، من طابق واحد أو طابقين أو أكثر، هل يوجد مدخنة أو خزانات أرضية... إلخ.
- **بنية المنشأ:** على سبيل المثال، بناء جداري أو معدني أو من البيتون المسلح المصبوب بالمكان أو مسبق الصنع أومسبق الإجهاد.
- **موقع البناء:** على سبيل المثال، إذا كان مبنى منفصل ومعزول عن الأبنية المجاورة أي أن الحد الأدنى للمسافة بينه وبين الأبنية المجاورة لا تقل عن ضعف ارتفاعه. أو إذا كان متصل بالأبنية المجاورة.

أساليب هدم الأبنية وازالتها كثيرة ومختلفة. ونذكر منها:

1. الإسلوب اليدوي:

فكرة 1: الآليات والمعدات المستخدمة:

- وفيه تتم إزالة الأبنية بمساعدة المعدات اليدوية حيث تستخدم معدات خفيفة مثل: المطارق والمهدات والعتلات والمعاول.
- الأسلوب اليدوي يتحول إلى أسلوب نصف آلي باستخدام أليات تعمل بواسطة الطاقة مثل: المطارق التي تعمل بواسطة الهواء المضغوط أو المطارق التي تعمل بواسطة الكهرباء.

فكرة 2: طريقة الهدم:

- عملية الإزالة والهدم تتم **وفق تسلسل معاكس لتسلسل الإنشاء.**
- هذا الأسلوب يسمح بالحفاظ على استقرار وقدرة تحمل العناصر الإنشائية الباقية.
- أثناء تنفيذ أعمال الهدم يجب إنزال أجزاء الحطام الكبيرة إلى الأرض بشكل مستمر وعدم إبقائها على بلاطات الأسقف وذلك كي لا تتجاوز حد الحمولة المسموح به وبالتالي انهيار المبنى بشكل مفاجئ.

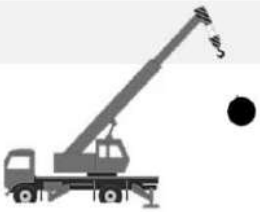
فكرة 3: مجال الاستخدام (المجال المجدي):

- من المجدي اعتماد هذا الأسلوب لهدم الأبنية الصغيرة أو بعض اجزاء الابنية التي تسمح بنيتها الإنشائية بذلك، وفي بعض الحالات التي يتعذر فيها ا ستخدام الأ ساليب الأخرى، **ويصبح غير اقتصادياً** من أجل الأبنية الكبيرة.
- **المجال المجدي** لهذه التقنية هو:
  - الهدم الجزئي أو الكلي للأبنية الحجرية أو البيتونية ذات الحجوم الصغيرة نسبياً.
  - إزالة العناصر الإنشائية غير الحاملة أيضاً.
  - كما يمكن اعتماد هذا الأسلوب في تخفيض ارتفاع الأبنية من أجل استعمال تقنيات هدم أخرى.

2. الإسلوب الآلي:

- في كثير من الحالات يتم هدم الأبنية الحجرية والبيتونية ذات الارتفاعات المنخفضة نسبياً بواسطة التركسات والمجارف الألية.
- كما يمكن استخدام الرافعات في تفكيك الكثير من المنشآت البيتونية المسبقة الصنع والفولاذية أيضاً.
- ويمكن كذلك استخدام بعض أشكال التقنيات الخاصة التي يمكن لها أيضاً أن تساعد في أعمال الهدم، ومنها:
  1. تنفيد الهدم بواسطة الكرة الفولاذية.
  2. تنفيذ الهدم بواسطة المطرقة الهيدروليكية (نقار) .
  3. تنفيد الهدم بواسطة كابلات الشد الفولاذية.
  4. تنفيد الهدم بواسطة التفجير.

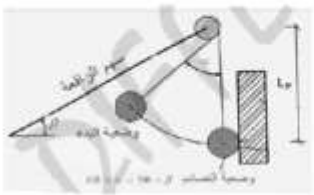
1. تنفيذ الهدم بواسطة الكرة الفولاذية:



- من أجل هدم مبنى يمكن اســتخدام كرة فولاذية ثقيلة معلقة بواسطة كابل إلى رافعة سهمية أو مجرفة الية.
- يتم الهدم بتوجيه ضربات مركزة بالكرة الفولاذية إلى العنصر الخاضع للهدم.
- العناصر الشاقولية يتم هدمها بواسطة أرجحة الكرة الفولاذية التي تكون قبل بدء الأرجحة مشدودة بواسطة كابلات الشد إلى سارية الآلية، وبعد ذلك يتم تحريرها لتتأرجح باتجاه البناء مما يؤدي لتحطيم العنصر.
- أما العناصــر الأفقية فيتم هدمها برفع الكرة الفولاذية بواســطة الكابلات حتى ارتفاع معين ومن ثم يتم تحريرها لتسقط سقوطا حراً على العنصر الأفقي الخاضع للهدم مما يؤدي بالنتيجة إلى تحطيم العنصر.

✱ مجال الاستخدام [المجال المجدي]:

من المجدي الاعتماد على هذه الطريقة في هدم الأبنية البيتونية المسلحة المصبوبة في المكان والأبنية الحجرية أيضاً **ومن غير المجدي** العمل بهذه الطريقة لهدم المنشآت المعدنية. **لا يفضل** العمل بهذه الطريقة في هدم الأبنية البيتونية المسبقة الصنع



مخطط تنفيذ الهدم بواسطة الكرة الفولاذية

Demolition ball techniques

2. تنفيذ الهدم بواسطة المطرقة الهيدروليكية (نقّار)

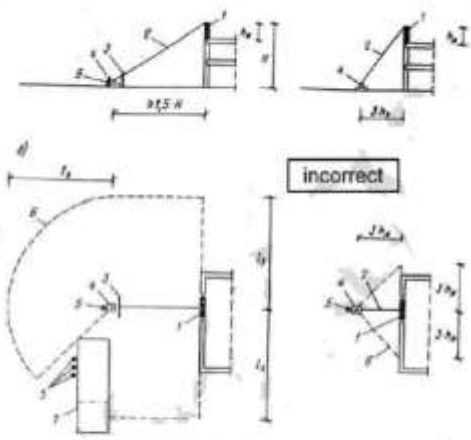
- الهدم بواســطة النقّار هي وســيلة من وســائل الهدم التدريجي تتم باستخدام مطرقة هيدروليكية (نقار) مثبتة على سارية مجرفة متحركة ذاتياً، تقوم بتوجيه ضربات أفقية إلى العناصر الحاملة للبناء.
- المطرقة الهيدروليكية تثبت ضــمن هيكل مجهز بنوابض ومخمدات مطاطية، تؤمن حماية المطرقة من الحمولات التي تتعرض لها وتقلل من انتقال إجهادات الانحناء إلى سارية المجرفة.
- الطاقة اللازمة لعمل المطرقة تؤخذ من النظام الهيدروليكي الخاص بالمجرفة أو من تجهيزات هيدروليكية خاصة بهذه المطرقة.
- درجة تأثير المطرقة الهيدروليكية كبيرة جداً وقدرتها على التفتيت عالية جداً.

✱ مجال الاستخدام [المجال المجدي]:

المجال المجدي للهدم بواسطة النقار هو:

1. تفتيت السطوح الأفقية مثل الأساسات والبلاطات.
2. وأيضاً الجدران البيتونية والحجرية بسماكة لا تتجاوز $50cm$.
3. إزالة المنشآت البيتونية المسلحة بسماكة $20cm$ وبارتفاع حتى $6m$ أيضاً.

3. تنفيذ الهدم بواسطة كابلات الشد الفولاذية:



- في هذه الطريقة يتم حصـراً اسـتخدام كابلات الشـد الفولاذية التي تفي أبعادها بالغرض الذي تسـتخدم من أجلـه، ولكن بجميع الأحوال يجـب ألا يقـل قطرهـا عن $38mm$.
- يتم الهدم بواسـطة كابلات الشـد الفولاذية عن طريق ربط العنصـر الخاضـع للهدم بأحد أطراف الكابل وتثبيت الطرف الآخر بجهاز الشـد وهو قد يكون عبارة عن بلدوزر أو مجرفة أو بكرة تعمل بواسطة محرك.
- قبل البدء بالشد يجب أولاً فصل الجزء أو العنصر المطلوب هدمه عن المبنى.
- قوة الشـد يجب أن تكون غير متقطعة وحبال الشـد يجب أن تثبت إلى العنصـر بشـكل متين، كما يجب قطع حديد التسليح مسبقاً.

#شرح: لاحظ على الرسم أن الآلية يجب أن تبتعد بمسافة أكبر من مرة ونصف ارتفاع المنشأ لتكون آمنة.

* مجال الاستخدام [المجال المجدي]:

من المجدي اسـتعمال حبال الشـد من أجل هدم العناصـر الشـاقولية في الأبنية الهيكلية المعدنية والأبنية الهيكلية والجدارية البيتونية المسبقة الصنع.

- أما هدم البناء المصبوب في المكان بهذه الطريقة فيعتبر غير اقتصادي.

4. هدم الأبنية بواسطة التفجير:

- يمكن هدم الأبنية بوا سطة التفجير وذلك بو ضع عبوات نا سفة في م ستوى قاعدة المبنى بشـكل رئيسـي وفي بعض العناصـر الحاملة التي يتم تحديدها من قبل مهندس مختص.
- يمكن بواسطة التفجير إجراء الهدم الكامل أو الجزئي للمبنى.
- في حال الهدم الجزئي للمبنى يجب أولاً إنشاء شقوق تقسيمية تفصل بين الجزء الخاضع للهدم والجزء المراد الحفاظ عليه، ويتم حساب كمية المواد المتفجرة بالاعتماد على مراجع متخصصة بذلك.
- هدم الأبنية بواسطة التفجير يجب أن يتم تحت إشراف مهندس خبير في مثل هذه الأعمال.

♣ س.د: ما هي إجراءات السلامة التي يجب اعتمادها أثناء هدم الأبنية؟

◄ **هدم الأبنية يتطلب اعتماد إجراءات السلامة الملائمة، أي:**

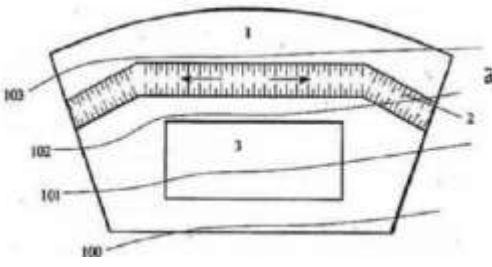
1. حيث لا يمكن تنفيذ العمل بأمان في جزء من المبنى أو المنشأة، يجب تركيب منصات لوقوف العمال مصنوعة من السقالات القياسية أو الخاصة. هناك تجهيزات أخرى من وسائل الدعم المصممة خصيصاً كمنصات للعمل أو سلّة معلقة إلى رافعة أو مركبة على رافعة تلسكوبية، وفي بعض الحالات يمكن استخدام السلالم ايضاً.
2. في جميع مواقع مشاريع الهدم يمكن السماح للحطام بالسقوط بشكل حر إلى الأرض داخل أو خارج حدود الموقع فقط في حال كانت المسافة الأفقية من نقطة السقوط إلى الطريق العام أو الممتلكات المجاورة لا تقل عن 6 أمتار أو نصف ارتفاع نقطة سقوط الحطام عن سطح الارض، ايهما أكبر، عدا ذلك يجب استخدام المزالق والأنابيب.
3. يجب تنزيل عناصر المنشآت الفولاذية والبيتونية المسلحة إلى الأرض بواسطة الرافعة أو أن يتم تقطيعها حسب أطوال مناسبة من حيث القياس والوزن قبل أن يتم رميها إلى الأرض.
4. كما يجب حيث أمكن ذلك، استخدام الرافعات في تأمين استقرار الجوائز والأعمدة أثناء عملية الفك ومن ثم تنزيلها إلى الأرض، كما يجب تأمين الدعم المشابه للعناصر الإنشائية أثناء فك الوصلات في المنشآت الهيكلية الفولاذية أو البيتونية المسلحة المسبقة الصنع.

3. تصريف المياه السطحية والجوفية عن موقع العمل:

تشييد المنشآت يتطلب عملياً تربة تأسيس جافة. كما أن تسرب المياه الجوفية أو السطحية التي تتشكل بنتيجة الهطولات المطرية المباشرة على موقع العمل وتجمعها في حفرة الأساسات قد يؤدي إلى انهيار جدران الحفريات. تلافي هذا الخطر يتطلب منع تسرب هذه المياه إلى حفرة الأساسات أو طردها من الحفرة في حال تسربت إليها.

- **ساحات موقع العمل يجب أن تكون محمية من المياه الآتية من السيول:**

وذلك عن طريق تحويل هذه المياه بعيداً عن موقع العمل، هذا يتطلب إنشاء سواتر ترابية أو حفر قنوات تصريف مؤقتة أو دائمة على طول الجهة المرتفعة لموقع العمل. المسافة الفاصلة بين هذه الحواجز وموقع العمل لا تقل عن ثلاثة أمتار للحواجز المؤقتة وخمسة أمتار للحواجز الدائمة.



الشكل جانباً يبين :حماية موقع العمل من المياه السطحية
1. منطقة جريان المياه السطحية.
2. حاجز الحماية. 3. موقع العمل

- **حماية الموقع من المياه السطحية المحلية: (#شرح: مياه الأمطار الساقطة داخل الحفرة مثلا)**

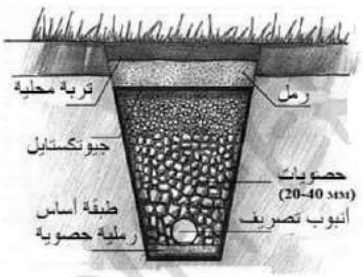
يتم عن طريق إعطاء سطح الموقع ميولاً باتجاه حفرة لتجميع المياه وإنشاء شبكة تصريف مفتوحة أو مغلقة.

- **في الحالات التي تكون فيها ساحات موقع العمل دائمة البلل بسبب المياه الجوفية ذات المنسوب المرتفع جداً:**

عندئذ يتم تجفيف هذه الساحات بواسطة قنوات (دريناجات) تصريف مغلقة أو مفتوحة يتم إنشاؤها على محيط موقع العمل وهي تساعد أيضاً في تصريف المياه السطحية.

- **القناة المفتوحة:** يصل عمق القناة المفتوحة حتى $1.5m$ ويتم إنشاؤها مع ميول للحواف الجانبية بنسبة (1 :2) وذلك لحماية هذه الحواف من الانهيارات، وميول لقاعدة القناة من أجل جريان المياه.
- **القناة المغلقة:** فهي عبارة عن خندق ذات ميول باتجاه تصريف المياه لا يقل عن 0.005، يتم ردم هذا الخندق بواسطة مواد تصفية ذات نفوذية عالية (بحص، حصويات، رمل خشن).

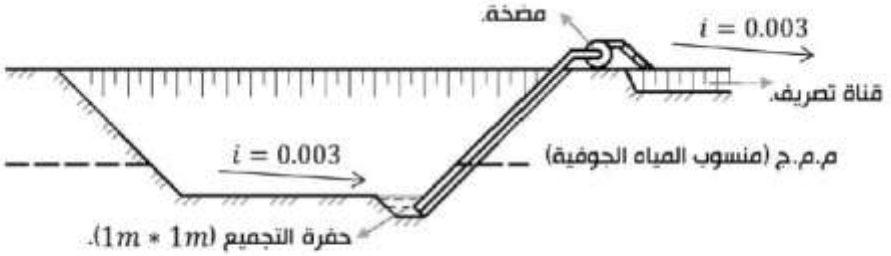
إنشاء **قنوات مغلقة أكثر فعالية** يتطلب تجهيز قاعدة الخندق ببواري ذات سطوح مثقبة من الجهة العليا بالنسبة للخندق ومصنوعة من الفخار أو البيتون. مثل هذه القنوات تقوم بتجميع وتصريف المياه بشكل أفضل من غيرها وذلك لأن سرعة المياه في البواري أكبر منها في الخنادق المردومة بمواد تصفية.



قناة مغلقة مجهزة ببواري ذات سطوح مثقبة.

تخفيض منسوب المياه الجوفية

- تصريف المياه الجوفية المتجمعة في الحفريات والخنادق التي يتجاوز عمقها منسوب المياه الجوفية في الموقع يتطلب ضخ هذه المياه وذلك بعد إعطاء قاع الحفرة أو الخندق ميولاً صغيرة لا تقل عن 0.003 حيث نقوم بإنشاء حفرة لتجميع المياه أبعادها $1m * 1m$ في أخفض نقطة وبتقوية جدرانها وفرش قاعها بالبحص مع تأمين ظروف عمل جيدة للمضخة، انظر للشكل.



- عملية ضخ المياه من هذه الحفرة تتم بواسطة مضخات خاصة متصلة بأنابيب مغمورة من طرفها الآخر في حفرة التجميع.
- **نستخدم هذه الطريقة في التربة الغضارية والرملية والتي يتجاوز عامل نفوذيتها $1\ m/day$.**

- تعتبر هذه الطريقة غير عملية نظراً للتواجد الدائم للمياه في قاع الحفرة، وهذه ظروف غير مريحة لحركة العمال، لذلك نلجأ إلى أساليب أكثر فعالية وجودة وذلك باستخدام مجموعة الفلتر الإبري الخفيف.

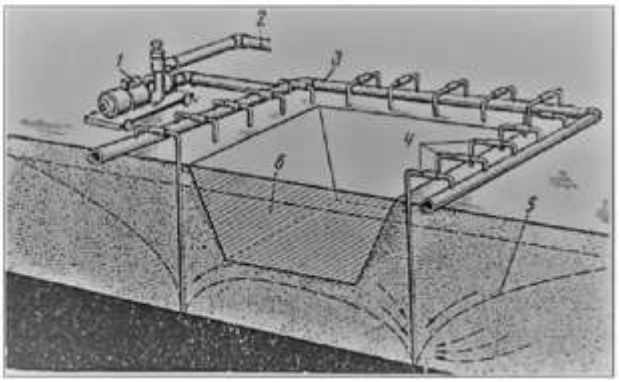
◀ **يتم تخفيض منسوب المياه الجوفية بعدة طرق، منها:**

1. تخفيض منسوب المياه الجوفية بواسطة مجموعة الفلتر الإبري الخفيف.
2. تخفيض منسوب المياه الجوفية بطريقة تشكل الضغط السلبي بالتربة المحيطة بجسم الفلتر.
3. تخفيض منسوب المياه الجوفية بطريقة تعتمد على مبدأ التشرد الكهربائي.
4. تخفيض منسوب المياه الجوفية بواسطة مجموعة الفلتر الإبري التفريغي.
5. تخفيض منسوب المياه الجوفية بواسطة المضخات الغاطسة.

1. مجموعة الفلتر الإبري الخفيف:

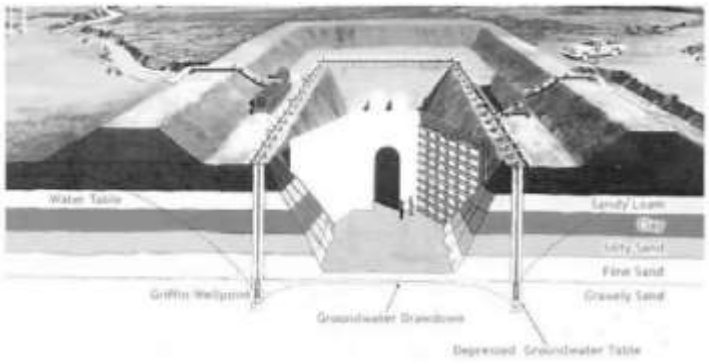
* **تعريفها:** هي عبارة عن مجموعة أنابيب امتصاص يتم غرسها على محيط حفرة الأساسات وبمسافة لا تقل عن $50cm$ وبعمق يتجاوز عمق الحفرية وذلك كي يصبح منسوب المياه الجوفية أخفض من قاع الحفرة بما لا يقل عن $50cm$.

* **عمل المجموعة:** يتم من خلال وصل جميع أنابيب الامتصاص في طرفها العلوي إلى أنبوب تجميع قطره بحدود $150mm$ يتصل بمضختي ماء، إحداهما احتياطية وذلك لضمان استمرارية عمل المجموعة في حال تعطل الأخرى. بهذه الطريقة يمكن المحافظة على جفاف قاع الحفرية من أجل القيام بأعمال التأسيس بشكل مريح وذات جودة عالية. انظر للشكل جانباً..



◀ **الشكل يبين مجموعة الفلتر الابري الخفيف :**

1.المضخة، 2. أنبوب التصريف، 3. أنبوب تجميع، 4. أنابيب الامتصاص، 5. منحني الرشح (**#شرح وهو منسوب المياه الجوفية عند عمل الفلتر**)، 6.منسوب المياه الجوفية قبل عمل الفلتر.



 # شرح: لاحظ على الصورة جانباً الساتر الترابي حول الحفرة لمنع المياه السطحية من الدخول للحفرة.

⊂ عملية ضخ المياه بواسطة الفلتر الإبري الخفيف:

- بعد وصول جسم الفلتر إلى العمق المطلوب ووصل أنبوب السحب إلى الأنبوب المجمع يمكن عندها القيام بعملية ضخ المياه الجوفية بعد تشغيل المضخات الموصولة إلى الأنبوب المجمع، في هذه الحالة يطفو الصمام الكروي إلى الأعلى وينخفض الصمام الحلقي إلى الأسفل فاتحاً الطريق أمام المياه الجوفية للمرور عبر شبكتي الحماية والتصفية إلى داخل جسم الفلتر ومنه إلى الأعلى عبر الأنبوب الداخلي. (تابع ذلك على المخطط السابق في الحالة B وخاصة حالة الصمامات)

- لتخفيض منسوب المياه الجوفية في الخنادق الضيقة والتي لا يزيد عمقها عن $4.5m$ نكتفي بغرس الفلاتر الإبرية في جهة واحدة من الخندق وعلى طوله بالكامل.

✱ **مجال الاستخدام:** تستخدم طريقة الفلتر الإبري الخفيف غالباً في التربة الرملية والتي يتراوح عامل نفوذيتها بين $1.5 - 2\ m/day$.

2.تخفيض منسوب المياه الجوفية بطريقة تشكل الضغط السلبي داخل التربة المحيطة بجسم الفلتر:

- تعتمد هذه الطريقة على تشكيل ضغط سلبي في التربة المحيطة بجسم الفلتر وذلك بواسطة مضخات تفريغ هواء خاصة تعمل بالتوازي مع عمل مضخة الماء، هذا يؤدي إلى تفريغ مستمر للضغط حول جسم الفلتر وبالتالي إلى تسريع حركة الماء باتجاه الفلتر ومنه إلى الأعلى عبر الانبوب الداخلي تحت تأثير مضخة الماء.
- تفريغ الهواء المحيط بجسم الفلتر يؤدي إلى خلل في عمل مضخة الماء، لذلك يتم تمرير أنبوب هواء ذات قطر صغير نسبياً من الأعلى إلى جسم الفلتر عبر الأنبوب الداخلي، يقوم بسحب الهواء الجوي من الأعلى بشكل تلقائي وذلك من أجل تأمين العمل المنتظم لمضخة الماء.
- **مجال الاستخدام:** تستخدم هذه الطريقة عندما يتراوح عامل نفوذية التربة بين $0.1 - 1\ m/day$.

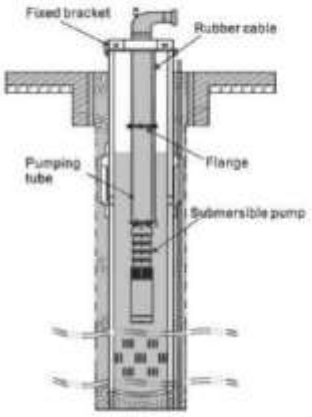
3.تخفيض منسوب المياه الجوفية بطريقة تعتمد على مبدأ التشرد الكهربائي:

- تنخفض فعالية تخفيض منسوب المياه الجوفية بطريقة تشكل الضغط السلبي داخل التربة المحيطة بجسم الفلتر في التربة الغضارية قليلة النفوذية (أقل من$0.1\ m/day$) **[مجال الاستخدام]**
- لذلك نلجأ إلى طريقة تعتمد على مبدأ التشرد الكهربائي وذلك بإمرار تيار كهربائي **مستمر**، قطبه الموجب موصول بأنابيب أو قضبان معدنية يتم غرسها بشكل مواز للأنبوب الداخلي للفلتر، الذي يكون بدوره موصولاً إلى القطب السالب. وصل الدارة يؤدي إلى حركة جزيئات الماء من القطب الموجب باتجاه القطب السالب (جسم الفلتر) مما يزيد فعالية عمل المجموعة.

4.تخفيض منسوب المياه الجوفية بواسطة مجموعة الفلتر الإبري التفريغي:

- **مجال الاستخدام** : تستخدم هذه الطريقة لتخفيض منسوب المياه الجوفية في التربة ذات عامل نفوذية يتراوح بين $1 - 40\ m/day$ وعمق حتى $20m$.
- يعتمد عمل مجموعة الفلتر الإبري التفريغي على بنية خاصة للتجهيزات داخل جسم الفلتر، وهي تختلف عن بنية الفلتر الإبري الخفيف، **حيث تحتوي على جهاز تفريغ يساعد في تسريع عملية تدفق المياه الجوفية باتجاه الفلتر.**

5.تخفيض منسوب المياه الجوفية بواسطة المضخات الغاطسة:



- **مجال الاستخدام** : تستخدم هذه الطريقة عندما يزيد عمق المياه الجوفية عن $40m$ و عامل نفوذية التربة عن $40\ m/day$ وفي ظروف تخفيض م.م.ج لفترة زمنية طويلة.
- تعتمد هذه الطريقة على تحضير العدد اللازم من الآبار على محيط الحفرة وتجهيزها بأنابيب حماية بقطر من $200 - 400mm$ وذلك لمنع انهيار جدران الآبار.
- يفرش قاع البئر بالحصويات لارتفاع $20 - 30cm$، بعد ذلك يتم إنزال مضخة غاطسة ضمن كل بئر، تقوم بضخ المياه الجوفية بشكل مستمر أو متقطع وذلك حسب سرعة المياه الجوفية إلى البئر.

الشكل يبين تخفيض منسوب المياه الجوفية بواسطة المضخات الغاطسة.

#شرح: في جميع الطرق السابقة كانت المضخة فوق سطح الأرض أما هنا المضخة مغمورة بالمياه الجوفية تحت الأرض.

(((((((انتهت المحاضرة الثانية))))))