الفصل الرابع

التحليل والتصميم

٤-١ مقدمة

٤-٢ تحسين الظروف البيئية لمدرسة بيت الروش الفوقا الأساسية

٤-٣ تحسين الظروف البيئية لمدرسة سكة الأساسية المختلطة

٤-٤ تحسين الظروف البيئية لمدرسة رابود الأساسية المختلطة

٤-٥ تحسين الظروف البيئية لمدرسة ذكور الشهيد أبو جهاد الثانوية

٤-٦ تحسين الظروف البيئية لمدرسة أبو العرقان الأساسية

الفصل الرابع

التحليل والتصميم

1-4 مقدمة

يعتبر فصل التحليل والتصميم من أهم الفصول وأكثرها زخما في هذا المشروع. حيث يتناول جميع المشاكل التي تعاني منها كل مدرسة على حدة، ويقوم بدراسة هذه المشاكل وتحليلها تحليلا هندسيا، ومن ثم الخروج بجملة من الحلول والتصميمات الهندسية في كافة المجالات ، المعمارية والإنشائية والميكانيكية والكهربائية، والتي من شأنها أن تحسن الظروف البيئية لتلك المدارس من أجل تحقيق الهدف المعلن لهذا المشروع.

2-4 تحسين الظروف البيئية لمدرسة بيت الروش الفوقا الأساسية

كما هو موضح سابقا، فإن مدرسة بيت الروش الفوقا الأساسية للذكور تعاني بشكل أساسي من انعدام وجود تخطيط للموقع العام التابع لهذه المدرسة. ومن هذا المنطلق كان لا بد لنا من العمل على تصميم الموقع العام الخاص بهذه المدرسة وعمل (Landscaping) لها.

1-2-4 تصميم الموقع العام لمدرسة بيت الروش الفوقا الأساسية

يعتبر تصميم الموقع العام من أهم أساسيات تخطيط المدارس. حيث يعمل بشكل أساسي على توفير بيئة من الجمال والراحة والتسلية حول المدرسة. وذلك من خلال تصميم الحائق والملاعب العامة وتنسيق ممرات الحركة والتنقل بين الأجزاء المختلفة للمدرسة. ومن معروف أن هناك جملة من الأسس الواجب مراعاتها عند تصميم الموقع العام لأي مدرسة من المدارس المستهدفة في المشروع، وهذه الأسس هي:

١- محاور الموقع العام: حيث يعبر عن محاور التصميم لأي موقع الرئيسية منها والثانوية، كما يعبر عن حدود قطعة الأرض التي تشكل الموقع العام للمدرسة.

٢- مقياس الرسم: حيث يلزم في أي عمل هندسي تحديد مقياس للرسم يختلف باختلاف طبيعة العمل والدقة المطلوبة فيه. وقد تم اختيار مقياس الرسم (1:400) للحدائق التي تم تصميمها في المدارس المستهدفة.

٣- الوحدة والترابط: حيث يجب أن تكون أجزاء الموقع مترابطة متصلة من خلال الممرات. كما يمكن تحديد حدود الموقع بحزمة من الأشجار التي تجعل من الموقع وحدة كاملة مستقلة عما يحيط بها من مساحات مجاورة.

٤- التناسب والتوازن: يجب أن تتناسب أجزاء الموقع العام مع بعضها البعض. فلا تستخدم نباتات قصير في موقع يحتاج إلى أشجار عالية لصد الرياح مثلا. ولا تزرع شجار ضخمة على جوانب الممرات الضيقة. بل يجب أن يكون هناك توازن وتناسب في مكونات وأجزاء الحديقة والموقع العام.

٥- السيادة: يراعى عند تصميم الموقع العام لأي منشأة سيادة وجه ما على بقية الأوجه، بحيث تدلل هذه السيادة على فكرة التصميم أو على طبيعة المنشأة. فقد تكون ساحات اللعب هي السائدة وقد تكون طريقة الحركة وربط الممرات مع الساحات هي أبرز ما يمكن ملاحظته في الموقع العام.

٦- البساطة: حيث تتجه المبادئ الحديثة في التصميم إلى البساطة أكثر فأكثر. فمثلا يفضل عدم ازدحام الأشجار أثناء تصميم الموقع العام.

٧- الطابع والمظهر الخارجي: هي الصفة المميزة للموقع العام ، وهي تختلف بحسب اختلاف المباني وتعدد استخدامها، وذلك باختلاف المرافق والعناصر المستخدمة في تصميم ذلك الموقع العام.

٨- التكرار والتنوع: يفضل استخدام التكرار في بعض عناصر الموقع العام وبخاصة في النباتات والأشجار. فمثلا تزرع النباتات بشكل متكرر على جوانب الممرات لتحديد الحركة دون انقطاع.

٩- التتابع والاتساع: يقصد بالتتابع ترتيب عناصر التصميم بحيث ينظر إليها تدريجيا في اتجاه معين، مثل تدرج النباتات من سطح أخضر إلى سياج من الأشجار العالية المحيطة بالموقع. كما يجب مراعاة الاتساع أثناء تصميم الحدائق والممرات، فمثلا تصمم الطرق بشكل متعرج وملتوي من أجل إعطاء صفة الاتساع للموقع العام، خاصة في المناطق الضيقة.

١٠- الألوان ودرجة توافقها: حيث يجب الاعتناء بطبيعة الألوان المستخدمة سواء في النباتات والأشجار وحتى بلاط المستخدم في رصف الطرق والممرات. فمثلا يفضل استخدام نباتات ذات ألوان داكنة مثل الأحمر في الحدائق الواسعة. وذلك لأنها تعطي تقاربا للمسافات يسمى بالتقارب الظاهري.

١١- تحديد الموقع وتقسيم الساحات: من المهم أن يتم تحديد الموقع العام وعزله عن محيطه بحيث يظهر وكأنه وحدة واحدة. فيحدد الموقع بسور سواء كان من الحجر أو الخرسانة أو سياجا شجريا من أشجار عالية أو نباتات متسلقة.

١٢- اختيار النباتات المناسبة: تشكل النباتات العنصر الأساسي في تصميم الحديقة والموقع العام. حيث يتم اختيار حجم النبتة وطبيعة أوراقها ولونها بحسب الدور الذي وجدت لتقوم به في الموقع.

وبناء على ما تقدم من أسس ومبادئ، فقد تم تصميم الموقع العام التابع لمدرسة بيت الروش الفوقا الأساسية للذكور، ويبين المخطط (A1-1) الوارد في ملحق المخططات التابعة للمشروع تصميم الموقع العام لهذه المدرسة.

3-4 تحسين الظروف البيئية لمدرسة سكة الأساسية المختلطة

تتشابه مدرسة سكة الأساسية المختلطة مع سابقتها في المشاكل والاحتياجات، حيث تعاني هذه المدرسة من انعدام الأسوار المحيطة بالمدرسة ونقص الملاعب والحدائق العامة. وبالتالي كان لا بد من القيام بتصميم الموقع العام التابع لهذه المدرسة.

1-3-4 تصميم الموقع العام لمدرسة سكة الأساسية المختلطة

بناء على ما تقدم من أسس ومبادئ، فقد تم تصميم الموقع العام التابع لمدرسة سكة الأساسية المختلطة، ويبين المخطط (A2-1) الوارد في ملحق المخططات التابعة للمشروع تصميم الموقع العام لهذه المدرسة.

4-4 تحسين الظروف البيئية لمدرسة رابود الأساسية المختلطة

بناء على ما تقدم من المشاكل التي تواجه هذه المدرسة، وبعد القيام بتحليل هذه المشاكل ودراستها قمنا باقتراح جملة من الحلول وعمل التصميمات الكفيلة بتنفيذ هذه الحلول من أجل تحسين الظروف البيئية في هذه المدرسة. وقد تم القيام بما يلي:

١- تصميم الموقع العام التابع لمدرسة رابود الأساسية المختلطة.

٢- تصميم مبنى إضافي تابع للمدرسة.

٣- تصميم وحدات صحية جديدة تلبي احتياجات المدرسة.

٤- تصميم حفر امتصاصية تخدم المدرسة.

1-4-4 تصميم الموقع العام لمدرسة رابود الأساسية المختلطة

بناء على ما تقدم من أسس ومبادئ، فقد تم تصميم الموقع العام التابع لمدرسة رابود الأساسية المختلطة، ويبين المخطط (A3-1) الوارد في ملحق المخططات التابعة للمشروع تصميم الموقع العام لهذه المدرسة.

2-4-4 تصميم مبنى إضافي تابع لمدرسة رابود الأساسية المختلطة

تعاني الصفوف الدراسية في مدرسة رابود الأساسية من اكتظاظ الطلاب، هذا بالإضافة إلى وجود مبنيين ثانويين صغيرين تابعين للمدرسة، يتطلب الوصول لهما اجتياز شارع رئيسي. مما يعرض سلامة الطلاب للخطر. ومن هذا المنطلق وبناء على طلب إدارة المدرسة، فقد تم تصميم مبنى جديد ليضم الأعداد المتزايدة

من الطلبة. وقد تم تصميم المبنى بشكل كامل، سواء من الناحية المعمارية أو الإنشائية أو الكهربائية. هذا بالإضافة إلى تصميم نظام تدفئة مركزية تابع لهذا المبنى الجديد.

أولا: التصميم المعماري للمبنى الإضافي

عند الحديث هن التصميم المعماري لأي مدرسة يتبادر إلى أذهاننا المكونات الأساسية لمباني المدارس، والتي تتراوح ما بين غرف الإدارة والمعلمين والغرف الصفية والإرشاد الاجتماعي. وهذه الغرف تكون موزعة على النحو التالي:

١- غرفة المدير: تكون غرفة المدير مميزة وبارزة للزوار القادمين إلى المدرسة. كما يجب أن تكون مطلة على الساحات الخارجية. هذا بالإضافة إلى كونها قريبة من مكاتب المعلمين في المدرسة.

٢- غرفة المعلمين: وتكون قريبة من الإدارة والغرف الصفية للتيسير على المعلمين. وتحتوي هذه الغرف على مكاتب خاصة بالمعلمين وخزائن لحفظ الملفات.

٣- غرفة المرشد الاجتماعي: تتكون من مكتب صغير ومقعدين للزوار، كما تحتوي على خزانة لوضع الملفات. ويجب أن يرتبط موقع الغرفة بالغرف الصفية ارتباطا قويا يمكن الطلاب من الوصول إلى هذه الغرفة بدون عناء.

٤- الغرف الصفية: وهي الغرف التي يتلقى فيها الطالب التعليم، وتحتوي على مقاعد الطلاب وطاولاتهم، كما تحتوي على مقعد وطاولة تابعة للمدرس. وتوصي العديد من الدراسات بأن لا تقل مساحة الغرفة الصفية العادية عن (45) مترا مربعا. وتحدد هذه الدراسات الطاقة الاستيعابية لهذه الصفوف ب(38) طالبا كحد أقصى. ويكون العامل المحدد لارتفاع سقف الغرفة هو الحصول على كمية من الهواء الكافي للتنفس في الغرفة، ويقدر هذا الارتفاع ب (3) متر. وتكون المقاعد الدراسية

بارتفاع (78) سم. وبعرض 125 سم. ويتم استخدام دهان زيتي في دهان الغرف الصفية والممرات على ارتفاع (1-1.5) متر. أما بالنسبة للفتحات من أبواب وشبابيك، فيجب التأكد أن أبعاد الشبابيك قادرة على توفير الإنارة الطبيعية اللازمة للغرفة الصفية، كما يجب أن لا تقل فتحة الباب عن (1) متر، وذلك لتسهيل الحركة والتنقل.

وقد قمنا بتصميم مبنى إضافي تابع لمدرسة رابود الأساسية المختلطة بحيث يستوفي المعايير التصميمية السابقة. فتم تصميم مخطط المدرسة وواجهاتها، بالإضافة إلى مخططات الفرش والمقاطع العرضية. وتظهر هذه التصميمات في المخططات الملحقة بالمشروع، من (A3-2) إلى (A3-8).

ثانيا: التصميم الإنشائي للمبنى الإضافي

يعتبر التصميم الإنشائي من أهم الخطوات التي يمر بها تصميم أي مبنى. وقد قمنا بتحليل المبنى والقيام بجميع الحسابات الإنشائية التي من شأنها أن تعطي تصورا واضحا لطبيعة التصميم الإنشائي لكافة العناصر المكونة لهذه المدرسة. وتبين المخططات الملحقة من (S3-1) إلى (S3-9) كافة العناصر الإنشائية في المدرسة مع تفصيلات حديد التسليح المستخدم فيها.

كما تبين تعطي الحسابات التالية مثالا على كيفية حساب حديد التسليح لكل عنصر إنشائي يدخل في تكوين هذا المبنى الإضافي التابع لمدرسة رابود الأساسية المختلطة.

Factored Loads:

The factored loads on which the structural analysis and design is based for our project members، is determined as follows:

$$q_u = 1.2DL + 1.6L \qquad \text{ACI – 318 - 02 (9.2.1)}$$

Determination of thickness:

The structure may be exposed to different loads such as dead and live loads. The value of the load depends on the structure type and the intended use.

The overall depth must satisfy ACI Table (9.5.a):

For rib (R 1) in the first floor:

Fig. (4-1): R1 in The First Floor

According to: ACI-318-02 (9.5a)

$$\frac{L}{18.5}=\frac{6.35}{18.5}=0.343m\ =34.3\ cm$$

$$\frac{L}{18.5}=\frac{1.9}{18.5}=0.1027\ m\ =10.27\ cm$$

From the previous calculation we select the thickness of slab = 35 cm

Load Calculation:

One - way ribbed slab.

For the one-way ribbed slabs، the total dead load to be used in the analysis and design is calculated as follows:

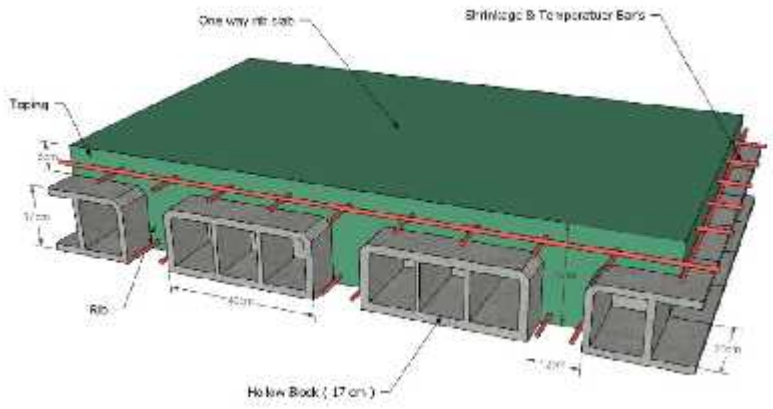


Fig. (4-2): One Way Rib Slab

Calculation of the total dead load for one way rib slab is shown in the following table:

Table (4 – 1) : Calculation of The Dead Load For Slab.

No.	Parts of Rib	Calculation	Result	Unit
1	Rib	(25) (0.12) (0.27)	0.81	KN/m Linear
2	Top Slab	(25) (0.08) (0.52)	1.04	KN/m Linear
3	Plaster	(22) (0.02) (0.52)	0.23	KN/m Linear
4	Block	(9) (0.27) (0.40)	0.97	KN/m Linear
5	Sand & Tile	(2) (0.52)	1.04	KN/m Linear
			4.09	KN/m Linear

Nominal Total Dead Load :

$D.L._{total}$ = 4.09 KN/m of rib

Live load = 5.0 * 0.52 = 2.6 KN/m

Factored dead Load = 1.2* 4.09= 4.908 KN/m.

Factored live Load = 1.6 * 2.6 = 4.16 KN/m

Design of Topping:

Design of Topping for One-Way Rib Slab:

Dead load = total dead load – dead load of one rib

$DL = 6.87 KN/m^2$

Wu = (1.2 * 6.87) + (1.6 * 5)

= 16.25 KN/m2

→ For a one meter strip Wu = 16.25 KN/m

Assume slab fixed at supported points (ribs):

$$Mu = \frac{Wu * l^2}{12}$$

$$Mu = (16.25)(0.4)^2/(12)$$

= 0.217 KN.m

$$¤.Mn = (0.55)(0.42)\sqrt{fc}.\frac{b.h^2}{6}$$

$$¤.Mn = (0.55)(0.42)\sqrt{25}.\frac{(1000)(80)^2}{6}$$

Φ Mn = 1.232 KN.m > Mu = 0.217 KN.m

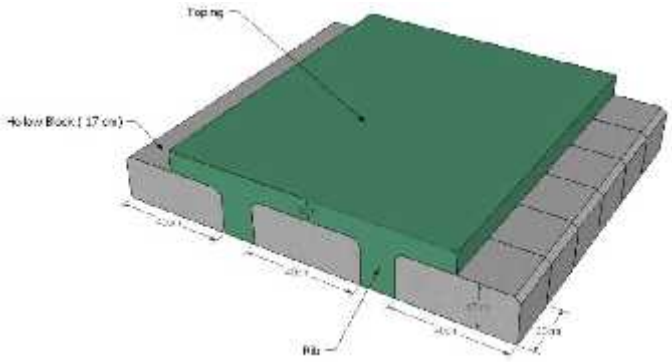


Fig (4-3) Topping of Slab

No structural reinforcement is needed. Therefore، shrinkage and temperature reinforcement must be provided.

For the shrinkage and temperature reinforcement:

ρ =0.0018 *ACI-318-02 (7.12.2)*

As = ρ * b * h = 0.0018 * 100 * 8 = 1.44 cm^2 /1m

Use 1C 8 / 25 with $As_{provided}$ = 2.00 cm^2/m both directions.

Shear Design of Topping:

$$d = h - c - \frac{¤_s}{2}$$

$$d = 8 - 2 - \frac{0.8}{2} = 5.6cm$$

$$Vu_{\max} = \frac{Wu * l}{2}$$

$$Vu_{\max} = \frac{16.25 * 0.4}{2} = 3.25KN$$

Φ Vc $\geq$ **Vu**

$$(0.75) * \frac{1}{6} * \sqrt{25} * (b) * (d) \geq Vu$$

$$(0.75) * \frac{1}{6} * \sqrt{25} * (1000) * (56) \geq Vu$$

35 KN > 3.25 ……(No shear reinforcement is required)

Design of rib (1):

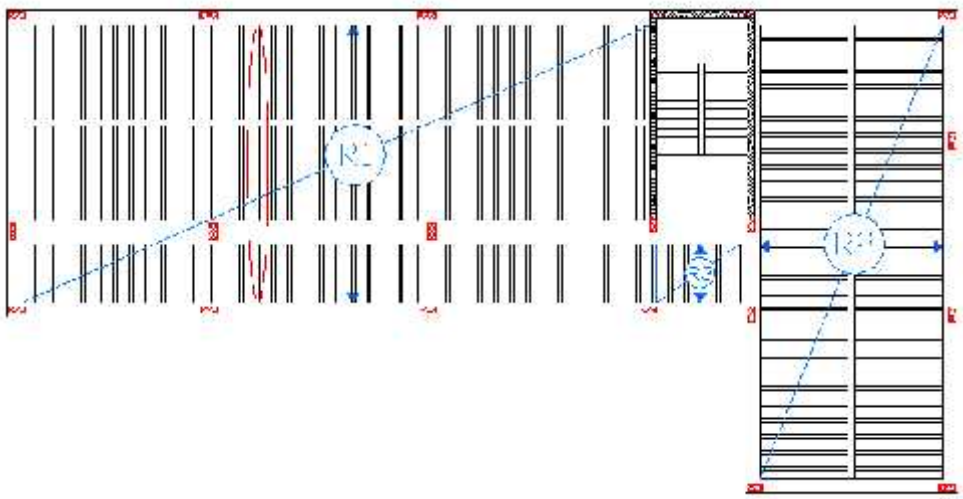


Fig.(4-4) Rib Location

By using ATIR program we get the moment diagram as the following values:-

Fig. (4 - 5) Spans Length of Rib (1).

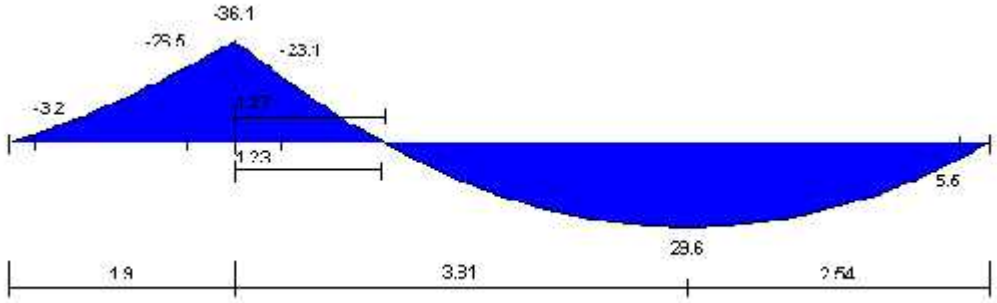


Fig. (4 - 6) Moment Diagram For Rib (1)-(KN.m).

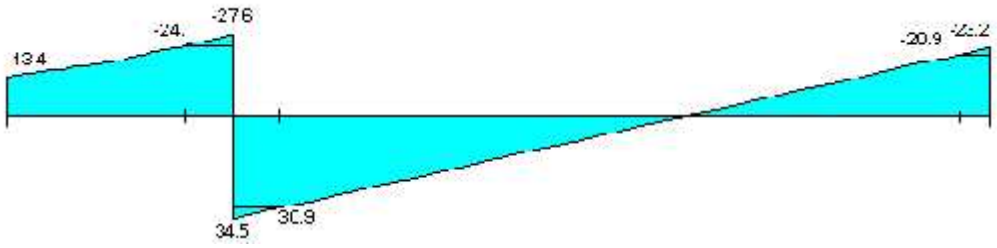


Fig. (4 - 7) Shear Diagram For Rib (1)-(KN).

Design for positive moment for Rib (1):

This design for 6.35 m spans،

Effective Flange width (b_E) *ACI-318-02 (8.10.2)*

b_E For T- section is the smallest of the following:

b_E = L / 4 = 7.0/ 4 = 175 cm

b_E = bw + 16 t = 12 + 16 (8) = 140 cm

$b_E = bw+(LC_1/2)+(LC_2/2) = 52$ cm…….. Control

» M_u max positive = 29.6 kN.m

$M_n = 29.6/0.9 = 32.9$ kN.m

» Determine whether the rib will act as rectangular or T – section:

For a = t = 8 cm

$C = 0.85*fc*t* b_E = 0.85\ (25)\ (80)\ (520) = 884$ KN

$d = h - C - \Phi_{st} - \Phi_s/2 = 35 - 2 - 1 - (2.0/2) = 31.0$ cm

M_n = T or C (d – 0.5 a) = 884 (31 – 0.5 (8)) / 100 = 238.68 KN.m

$M_{n\ available} = 238.68$ KN.m > $M_{n\ required} = 32.9$ Kn.m

Design as a rectangular with $b_E = 52$ cm

$$A_{s\ min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{f_y}(b_w)(d) \qquad \textit{ACI-318 (10.5.1)}$$

$$A_{s\ min} = \frac{\sqrt{25}}{4(420)}(12)(31) \geq \frac{1.4}{420}(12)(31)$$

$A_{s\ min} = 1.1\ cm^2 \geq 1.24\ cm^2$

$A_{s\ min} = 1.24\ cm^2$

$$m = \frac{fy}{0.85fc'} = \frac{420}{0.85(25)} = 19.76$$

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{32.9*(10)^6}{(520)(310)^2} = 0.65$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mRn}{fy}}\right) = \frac{1}{19.76}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*19.76*0.65}{420}}\right) = 0.0015$$

A_s = (0.0015)(52)(31) = 2.42 cm^2 > A_s min = 1.24 cm^2

Select bottom bars 2Φ14 mm

Total $As_{(provide)}$ =3.08 cm^2>AS_{req}

*** Check for yielding:**

Tension = Compression

$$A_s \times fy = 0.85 \times f_c' \times b \times a$$

$$(308) \times 420 = 0.85 \times 25 \times 520 \times a$$

$$a = 11.71mm$$

$$X = \frac{a}{0.85} = \frac{11.71}{0.85} = 13.77mm$$

$$£_s = \frac{310 - 13.77}{13.77} \times 0.003 = 0.064$$

$$£_s = 0.064 > 0.005 .....OK$$

Design of Negative Moment for Rib (1):

The maximum negative moment at the face of support is:

Mu = 26.5 kN.m

Mn = 26.5/ 0.9 = 29.45 kN.m

Design of T-section for negative moment as rectangular section with (b = b_w)

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{f_y}(b_w)(d) \qquad \textit{ACI-318 (10.5.1)}$$

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{25}}{4(420)}(120)(310) \geq \frac{1.4}{420}(120)(310)$$

A_s min = 1.1 cm^2 ≥ 1.24 cm^2

A_s min = 1.24 cm^2

m = 19.76

$Rn = Mn / b_w . d^2 = \frac{29.45\times10^6}{120\times310^2} = 2.55$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2mRn}{fy}}\right) = \frac{1}{19.76}\left(1-\sqrt{1-\frac{2*19.76*2.55}{420}}\right) = 0.0065$$

$A_s = 0.0065\ (12)\ (31) = 2.418 cm^2$

$2.418\ cm^2 > As_{(min)} = 1.24\ cm^2$

Select bar 2 Φ 14 mm

Total $As_{(provide)} = 3.08\ cm^2 > AS_{req}$

*** Check for yielding:**

Tension = Compression

$$A_s \times fy = 0.85\times f_c' \times b \times a$$

$$308\times420 = 0.85\times25\times120\times a$$

$$a = 50.73 mm$$

$$X = \frac{a}{0.85} = 59.68$$

$$£_s = \frac{310-59.68}{59.68}\times0.003$$

$$£_s = 0.0125 > 0.005$$

Ok…….

Design shear for Rib (1):

$$\Phi Vc = \Phi * \frac{\sqrt{fc'}}{6}\ bw * d$$

$$= (0.75 * \sqrt{25} * \frac{1}{6} * 120 * 310)/1000$$

$$= 23.25\ KN$$

$$\Phi V_{smin} = (\Phi\ \frac{1}{3}\ * bw * d) * = (0.75\frac{1}{3} * 120 * 310)/1000 = 9.3\ KN.$$

→→ ΦV_{smin} =9.3 KN .

V_u = 30.9 kN (From Shear Envelop)

$\Phi V_c < V_u \leq (\Phi V_c + \Phi V_{smin})$

23.25 < 30.9 ≤ (23.25+9.3)

$\therefore$ *Category* (3) *Satisfy* :

Minimum shear reinforcement required، so;

$$S = \frac{\Phi \times Av \times fy \times d}{\Phi Vs}$$
$$= \frac{0.75 \times (2 \times 50) \times 420 \times 310}{9.3 \times 10^3} = 1050mm = 105cm$$

S = d/2 = 31/2 = 15.5 cm

S ≤ 60 cm

Use S = 15 cm

¤ $Vs = \frac{¤ * Av * Fy * d}{S}$

$$\Phi Vs = \frac{0.75 \times (2 \times 50) \times 420 \times 310}{150} = 65.1KN$$

Then use ¤ 8 @ 15cm

Design of Beam(B1):

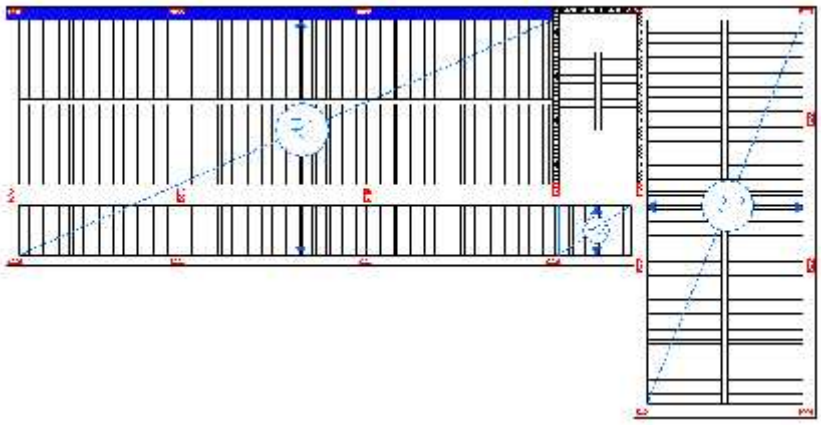


Fig (4 – 8) Beam Location(B1)

Fig (4 – 9) Span Length of B1

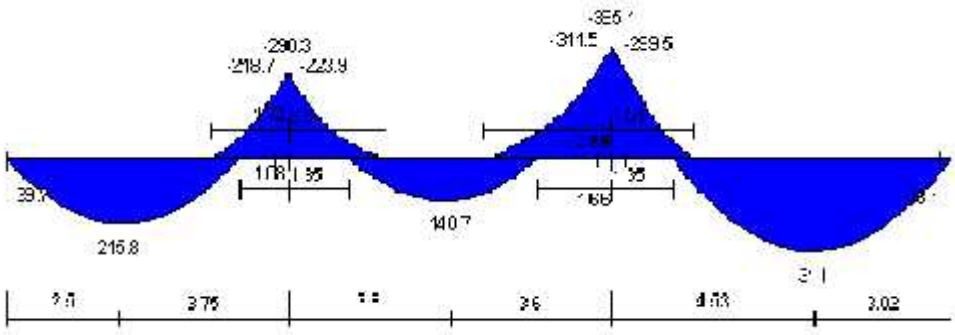


Fig (4 – 10) Beam Moment Values (KN.m)

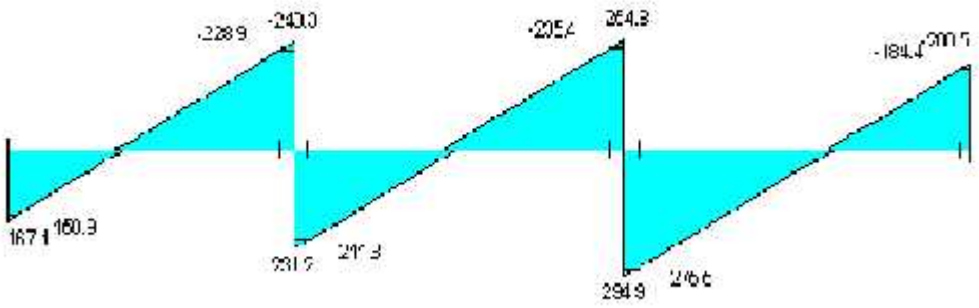


Fig (4 – 11) Beam Shear Values(KN)

Design for positive moment:

B= 30 cm

H= 55 cm

Dead load of slab = $\frac{DL(rib)}{0.52} = \frac{4.09}{0.52} = 7.87 KN\ /m^2$

Live load of slab= $5 KN\ /m^2$

Live Load of (B1) = $5 * \frac{Lc}{2} = 5 * \frac{6.35}{2} = 15.88 KN\ /m$

Dead Load of (B1)= $7.87 * \frac{Lc}{2} + \frac{1}{6} W_{wall} = 7.87 * \frac{6.35}{2} + \frac{1}{6}(25 * 0.3 * 3)$

Dead Load of(B1)= $28.7 KN\ /m$

Design of right span (7.55 m):

Design of positive moment:

Mu= $311 KN.m$

$Mn_{req} = \frac{Mu}{0.9} = 345.5 KN.m$

d = h -C - Φ_{st} -Φ_s/2 = 55 – 2 –1- (2.0/2) = 51 cm

X_{max}= 0.375*d= 191.25 mm

a= 0.85* X= 162.56 mm

C = 0.85*fc*a* b = 0.85 (25) (162.56) (300) =1036.32 KN

$Mn_{(singly)}=C\left(d-\frac{a}{2}\right)=1036.32\left(510-\frac{162.56}{2}\right)=444.3KN.m$

$Mn_{(singly)}$ > Mn_{req}……(use singly reinforced section)

m = 19.76

$Rn = Mn / b_w . d^2 = \frac{345.5\times10^6}{300\times510^2}=4.43$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2mRn}{fy}}\right)=\frac{1}{19.76}\left(1-\sqrt{1-\frac{2*19.76*4.43}{420}}\right)=0.012$$

$A_s = 0.012\ (30)\ (51) = 18.36\ cm^2$

$A_{s\ min}=\frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d)\geq\frac{1.4}{f_y}(b_w)(d)$ $A_{s\ min}=$

$\frac{\sqrt{25}}{4(420)}(30)(51)\geq\frac{1.4}{420}(30)(51)$

$A_{s\ min} = 4.55\ cm^2 \geq 5.1\ cm^2$

$A_{s\ min} = 5.1\ cm^2$

$A_s = 18.36\ cm^2$

$18.36\ cm^2$ > $As_{(min)} = 5.1 cm^2$

Select bar 6 Φ 20 mm (bottom reinforcement)

$As_{(provided)}= 18.84\ cm^2 > A_s = 18.36\ cm^2$

*** Check for yielding:**

Tension = Compression

$A_s \times fy = 0.85 \times f_c' \times b \times a$

$1884 \times 420 = 0.85 \times 25 \times 300 \times a$

$a = 124.1mm$

$X = \frac{a}{0.85} = 146mm$

$\pounds_s = \frac{510 - 146}{146} \times 0.003$

$\pounds_s = 0.0075 > 0.005$

Ok…….

Design for Negative moment:

Design of negative moment over the right support:

Mu= $311.5KN.m$

Mn= $\frac{Mu}{0.9} = 346.1KN.m$

d = h -C - Φ_{st} -Φ_s/2 = 55 – 2 –1- (2.0/2) = 51 cm

X_{max}= 0.375*d= 191.25 mm

a= 0.85* X= 162.56 mm

C = 0.85*fc*a* b = 0.85 (25) (162.56) (300) =1036.32 KN

$Mn_{(singly)} = C\left(d - \frac{a}{2}\right) = 1036.32\left(510 - \frac{162.56}{2}\right) = 444.3KN.m$

$Mn_{(singly)} > Mn_{req}$……(use singly reinforced section)

m = 19.76

Rn = Mn / b_w. d² = $\frac{346.1 \times 10^6}{300 \times 510^2} = 4.43$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2mRn}{fy}}\right) = \frac{1}{19.76}\left(1-\sqrt{1-\frac{2*19.76*4.43}{420}}\right) = 0.012$$

$A_s = 0.012\ (30)\ (51) = 18.36\ cm^2$

$$A_{s\ min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{f_y}(b_w)(d) \qquad A_{s\ min} =$$

$$\frac{\sqrt{25}}{4(420)}(50)(31) \geq \frac{1.4}{420}(50)(31)$$

$A_{s\ min} = 4.55\ cm^2 \geq 5.1\ cm^2$

$A_{s\ min} = 5.1\ cm^2$

$A_s = 18.36\ cm^2$

$18.36\ cm^2 > As_{(min)} = 5.1\ cm^2$

Select 6 Φ 20 mm (Top Reinforcement)

$As_{(provided)} = 18.84\ cm^2 \geq A_s = 18.36\ cm^2$

*** Check for yielding:**

Tension = Compression

$$A_s \times fy = 0.85 \times f_c' \times b \times a$$

$$1884 \times 420 = 0.85 \times 25 \times 300 \times a$$

$$a = 124.1mm$$

$$X = \frac{a}{0.85} = 146mm$$

$$\varepsilon_s = \frac{510-146}{146} \times 0.003$$

$$\varepsilon_s = 0.0075 > 0.005$$

Ok…….

Design shear of Beam:

Φ Vc = $\Phi * \frac{\sqrt{fc'}}{6} * bw * d$

$= (0.75 * \frac{\sqrt{25}}{6} * 300 * 510)/1000 = 95.625$ KN

$\Phi V_{smin} = (\Phi \frac{1}{3} * bw * d) = (0.75 \frac{1}{3} * 30 * 510)/1000 = 38.25$ KN.

$V_u = 275.5$ KN (From Shear Envelope)

$\Phi Vc + \Phi Vs \min = 133.8KN \; £ \; V_u = 275.5KN \; £ \; 3\Phi Vc = 286.8KN$

$\therefore$ *Category* (4) *Satisfy* :

$\text{Req.} \; ¤Vs = Vu - ¤Vc$

$\text{Req.} \; ¤Vs = 275.5 - 95.625$

$\text{Req.} \; ¤Vs = 179.8KN$

$¤ \; Vs = \frac{¤ \times Av \times Fy \times d}{S}$

$179.8 * 10^3 = \frac{(0.75)(2)(79)(420)(510)}{S}$

S=14.1 cm

$(S) \le \frac{d}{2} = \frac{51}{2} = 25.5cm$

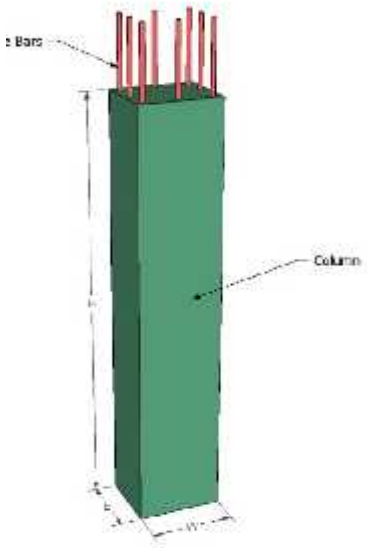
$(S) \le 60 \; cm$

Use S = 10 cm.

Then use ¤ 10 @ 10cm

Design of Column:

Design Of longitudinal Reinforcement:



Fig(4-12): Column

Note: this design was made for only (4 floors) which mean that two additional floors may be constructed in the future.

Select column (C1):

Pu = 831.16 KN

Pn_{Req} = 831.16 /(0.65) = 1278.7 KN.

Use ° = ° g = 1.5 %

Pn = 0.8 Ag {0.85 fc' + ° g (fy – 0.85(fc'))}

$1278.7*10^3$ = 0.8 Ag [0.85*25(1-0.015)+0.015*420]

Ag = 586.96 cm²

Use 30cm x20 cm => Ag = 600 cm²

$1278.7*10^{-3}$ = 0.8(0.06) [(0.85)*25(1- ° g)+ ° g *420]

° g = 0.014 > ° min = 0.01

$\mathbf{A_{st}}$ req = (0.014)(600) = 8.4 cm²

Use 4Φ18 with A_s provide = 10 cm²

Design Of The Tie Reinforcement:

Spacing ≤ 16*d_b (Longitudinal bar diameter)=16*1.8=28.8 cm

≤ 48*d_t (tie bar diameter) = 48*1.0=48cm.

≤ Least dimension=20cm

Use Ø 10 ties @ 20 cm spacing.

The designed column is shown in Fig.(4-13)

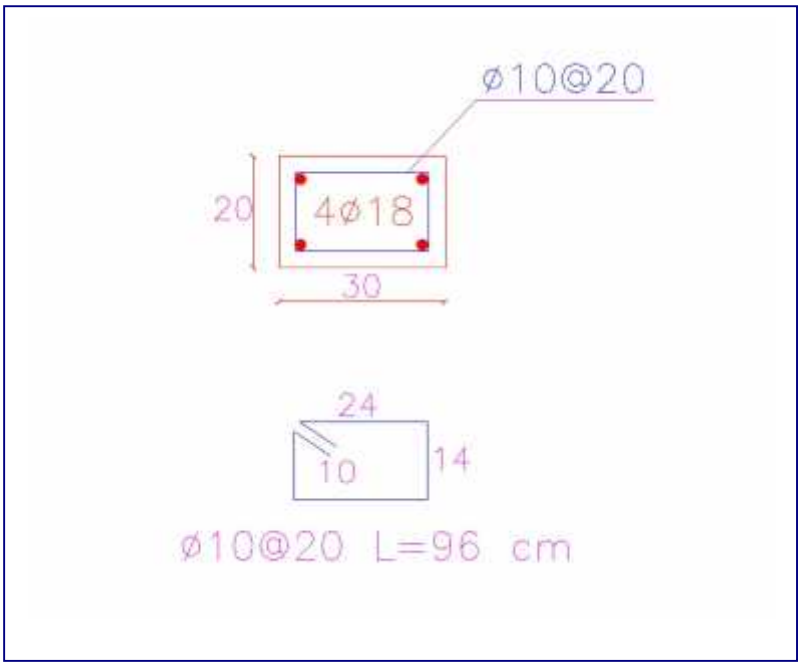


Fig (4-13): Column (1) Details

Design of Stairs:

Dead load:

h= 15 cm.

$$\theta = \tan^{-1}(\frac{15}{30}) = 26.6^{\circ}$$

$$\text{DL(plastering)} = \frac{(0.02)(22)}{\cos(26.6)} = 0.49 KN/m^2$$

$$\text{DL (Concret plat)} = \frac{(0.15m)(25 KN/m^3)}{\cos 26.6} = 4.19 KN/m^2$$

$$\text{DL (steps)} = \frac{0.15}{2} * 25 = 1.875 KN/m^2$$

$$\text{DL (horizontal mortar)} = (0.02)(22) = 0.44 KN/m^2$$

DL (vertical mortar) = $(0.02)(22)\left(\frac{15}{30}\right) = 0.22KN\ /m^2$

DL (horizontal tiles)= $(0.03)(23)\left(\frac{33}{30}\right) = 0.759KN\ /m^2$

DL (vertical tiles)= $(0.02)(23)\left(\frac{15}{30}\right) = 0.23KN\ /m^2$

Total Dead Load= $8.204KN\ /m^2$

Total Live Load= $5.0KN\ /m^2$

For (1m) strip:

$q_u = 1.2*D + 1.6*L$

$q_u = (1.2)(8.204) + (1.6)(5) = 17.85KN\ /m$

$Vu = \frac{q_u * L}{2} = \frac{(17.85)(3.0)}{2} = 26.8KN$

$Vu_{\max} = \frac{q_u * L}{2} * \cos(26.6) = \frac{(17.85)(3.0)}{2} * \cos(26.6) = 24KN$

$Mu_{\max} = (26.8)(0.4+1.5) - (17.85)(1.5)(0.75) = 30.84KN.m$

$d = h - C - \frac{¤}{2} = 15 - 2 - 1 = 12cm$

Design for shear:

$¤ * Vc \geq Vu$

$(0.75)\left(\frac{1}{6}\right)(\sqrt{fc'})(b)(d) \geq Vu_{\max}$

$(0.75)\left(\frac{1}{6}\right)(\sqrt{25})(1000)(120) \geq Vu_{\max}$

75 KN > 24 KN…….(No shear reinforcement is required)

Design of main reinforcement:

Mu = 30.84 KN.m

Mn = 30.84/0.9 = 34.27 kN.m

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{34.27*10^6}{(1000)(120)^2} = 2.37$$

$$m = \frac{f_y}{0.85* f_{c'}} = \frac{420}{0.85*25} = 19.76$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left[1-\sqrt{1-\frac{2mR_n}{f_y}}\right]$$

$$\rho = \frac{1}{19.76}\left[1-\sqrt{1-\frac{2*19.76*2.37}{420}}\right]$$

$$\rho = 0.006$$

$$A_s = \rho.b.d$$

As = 0.006*(100)*(12) = 7.2 cm^2

Use Φ14 @ 20 cm. $A_{S\ provided.} = 7.7\ cm^2$

Check A_{smin}:

$$As_{min} = \frac{(0.25)(\sqrt{fc'})(b)(d)}{fy} = \frac{(0.25)(\sqrt{25})(1000)(120)}{420} = 3.57cm^2$$

$$As_{min} = \frac{(1.4)(b)(d)}{fy} = \frac{(1.4)(1000)(120)}{420} = 4.0cm^2$$

$$AS \succ AS_{min} ((OK))$$

Design of secondary reinforcement:

As_{req}= (0.0018)*(b)*(h)

As_{req}= (0.0018)*(100)*(15) = 2.7 cm^2

Use Φ10 @ 20 cm. $A_{S\ provided.}$ = 3.95 cm^2

Check yielding of main reinforcement:

Tension = Compression

$$A_s \times fy = 0.85 \times f_c' \times b \times a$$

$$(770) \times 420 = 0.85 \times 25 \times 1000 \times a$$

$$a = 15.2mm$$

$$X = \frac{a}{0.85} = \frac{15.2}{0.85} = 17.9mm$$

$$£_s = \frac{120 - 17.9}{17.9} \times 0.003$$

$$£_s = 0.017 > 0.005 .....OK$$

Design of slab:

Design of the first (1m) of slab that carry the stairs.

h=20 cm.

Dead Load:

DL(plaster) = $(22)(0.02) = 0.44KN/m^2$

DL(slab) = $(25)(0.2) = 5KN/m^2$

DL(tiles) = $2KN/m^2$

Total DL = $7.44KN/m^2$

Total LL= $5.0KN/m^2$

$$q_u = 1.2*DL + 1.6*LL \approx 17KN/m^2 = 17KN/m$$

from the landing: $q_u = 26.8KN/m$

Total factored load acting on the slab= 17+26.8 = 43.8 KN/m.

$$M_u = \frac{q_u * L^2}{8} = \frac{(43.8)(3.2)^2}{8} = 56KN.m$$

$$M_n = \frac{M_u}{0.9} = 62.2KN.m$$

$$\mathrm{Rn} = \frac{\mathrm{Mn}}{\mathrm{bd}^2} = \frac{62.2*10^6}{(1000)(170)^2} = 2.15$$

$$\mathrm{m} = \frac{f_y}{0.85 * f_{c'}} = \frac{420}{0.85*25} = 19.76$$

$$° = \frac{1}{m}\left[1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}}\right]$$

$$° = \frac{1}{19.76}\left[1 - \sqrt{1 - \frac{2*19.76*2.15}{420}}\right]$$

$$° = 0.0054$$

$$A_s = °.b.d$$

As = 0.0054*(100)*(17) = 9.18 cm^2

Use Φ14 @ 15 cm. $A_{S\ provided.} = 10.25\ cm^2$

Shear design of slab:

$$V_u = \frac{(43.8)(3.2)}{2} = 70KN$$

$¤ * Vc \geq Vu$

$$(0.75)\left(\frac{1}{6}\right)(\sqrt{fc'})(b)(d) \geq Vu_{\max}$$

$$(0.75)\left(\frac{1}{6}\right)(\sqrt{25})(1000)(170) \geq Vu_{\max}$$

106.25 KN > 70 KN…….(No shear reinforcement is required)

The details of the designed stairs is shown in Fig.(4-14)

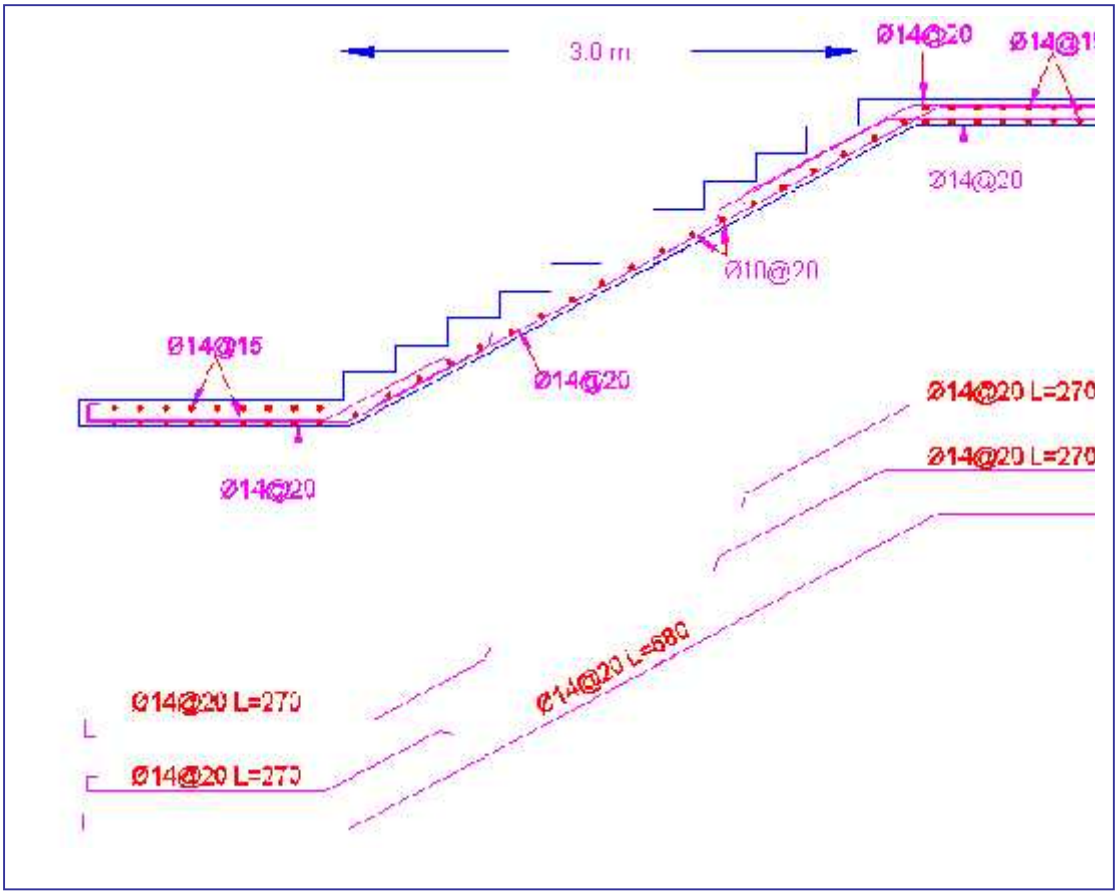
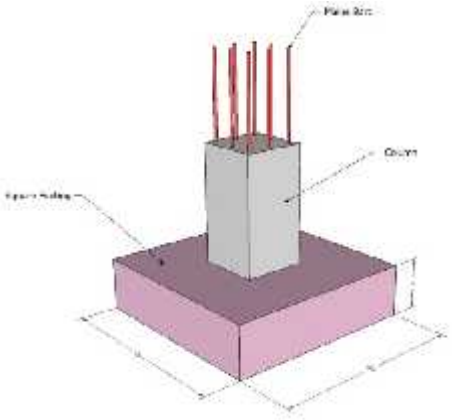


Fig. (4.-14):Detail of Stairs

Design of Isolated Footing:

Once the ultimate column or load is determined، the proper footing can be designed. The following subsections describe the analysis and design of footing (F17).



Fig(4-15): Foundation

Load Calculation:

Factored load =2000 KN

Column geometry 60. 25 cm

Pu = 2000 KN

$\pm_{b\,(allowable)} = 400KN\ /m^2$

$$\frac{Pu}{A} \geq 1.4 * \pm_{b\,(allowable)}$$

$$\frac{2000}{A} \geq 1.4 * 400 \triangleright\triangleright A = 3.57m^2$$

Select Foot Geometry 2 m. 2 m

$$\pm_{Bu} = \frac{2000}{4} = 500KN\ /m^2$$

assume that h= 55 cm.

d= 55-7-1 = 47cm

Check this depth for two way shear action (punching)، using critical section with d = 47 cm.

$b_0 = 2(60+47)+2(25+47) = 358cm.$

$$_c = \frac{long}{shor} = \frac{60}{25} = 2.4$$

for interior column… $\sim_s = 40$

The Punching shear strength is the smallest of:

$V_c = \frac{1}{6}\left(1 + \frac{2}{c}\right)\sqrt{f_c'}\, b_o d$ = 2570.6 KN…….(control)

$V_c = \frac{1}{12}\left(\frac{\sim_s}{b_o / d} + 2\right)\sqrt{f_c'}\, b_o d$ = 5083.8 KN

$V_c = \frac{1}{3}\sqrt{f_c'}\, b_o d$ =2804.3 KN

Where:

$_c$ = a / b =60 / 25 = 2.4

b_o = Perimeter of critical section taken at (d/2) from the loaded area

$\sim_s$ = 40 for interior column

$\Phi V_c = (0.75)(2570.6) = 1928KN$

$Vu = 2000 - (500)(0.25 + 0.47)^2 = 1740.8KN$

$\Phi V_c \geq V_u$.....$1928KN \geq 1740KN \triangleright\triangleright OK$

(NO punching occurs)

shear design:

$¤Vc = 0.75 \times \frac{\sqrt{fc'}}{6} \times b \times d = 0.75 \times \frac{\sqrt{25}}{6} \times 2000 \times 470$

$Vu = (P_{net})(one.way..shear..area)$

$Vu = 500 \times 2 \times (0.875 - .47) = 405KN$

$\Phi V_c \geq V_u$

$587.5KN \geq 405KN$ .....OK

Design for Bending Moment:

Design of reinforcement in (X-direction):

Mu = $(500)(0.7)\frac{(0.7)}{2}(2) = 245KN.m$

Mn = $\frac{Mu}{\Phi} = \frac{245}{0.9} = 272.2KN.m$

Rn = $\frac{Mn}{bd^2} = \frac{272.2\times10^6}{2000\times470^2} = 0.616$

$$\circ = \frac{1}{m}\left[1-\sqrt{1-\frac{2mR_n}{f_y}}\right]$$

$$\circ = \frac{1}{19.76}\left[1-\sqrt{1-\frac{2*19.76*0.616}{420}}\right] = 0.00149$$

$A_{s(req)} = (0.00149)(200)(47) = 14cm^2$

$A_{s(\min)} = \frac{(0.25)(\sqrt{fc'})(b)(d)}{fy} = \frac{(0.25)(\sqrt{25})(2000)(470)}{420} = 27.9cm^2$

$A_{s(\min)} = \frac{(1.4)(b)(d)}{fy} = \frac{(1.4)(2000)(470)}{420} = 31.3cm^2$

$1.3*A_{s(req)} = (1.3)(14) = 18.2cm^2$

A_S (for shrinkage and temperature)= (0.0018)(200)(55)= 19.8cm^2

so..... $A_{s(req)} = 19.8cm^2$

Use 7 Φ 20 A_s **= 21.9 cm^2 (In X-direction)**

Design of reinforcement in (Y-direction):

Mu = $(500)(0.875)\frac{(0.875)}{2}(2) = 382.8KN.m$

Mn = $\frac{Mu}{\Phi} = \frac{382.8}{0.9} = 425.3KN.m$

Rn = $\frac{Mn}{bd^2} = \frac{425.3\times10^6}{2000\times470^2} = 0.963$

$\circ = \frac{1}{m}\left[1-\sqrt{1-\frac{2mR_n}{f_y}}\right]$

$\circ = \frac{1}{19.76}\left[1-\sqrt{1-\frac{2*19.76*0.963}{420}}\right] = 0.0023$

$A_{s(req)} = (0.0023)(200)(47) = 21.62cm^2$

$A_{s(\min)} = \frac{(0.25)(\sqrt{fc'})(b)(d)}{fy} = \frac{(0.25)(\sqrt{25})(2000)(470)}{420} = 27.9cm^2$

$A_{s(\min)} = \frac{(1.4)(b)(d)}{fy} = \frac{(1.4)(2000)(470)}{420} = 31.3cm^2$

$1.3*A_{s(req)} = (1.3)(21.62) = 28.1cm^2$

A_S (for shrinkage and temperature)= (0.0018)(200)(55)= 19.8 cm^2

so..... $A_{s(req)} = 28.1cm^2$

Use 9 Φ 20 A_s **= 28.26 cm^2 (In Y-direction)**

Check transfer of load at base of column:

$\Phi Pn = \Phi(0.85\,fc'Ag)$

$\Phi Pn = 0.65(0.85)(25)(600\times250) = 2071.8KN > 2000KN$

∴ Dowels are not required for load transfer.

But use the minimum reinforcement of dowels:

As = 0.005 *(60 x 25) = 7.5 cm^2

Use 6 Φ 14 dowels with A_s = 9.2 cm^2

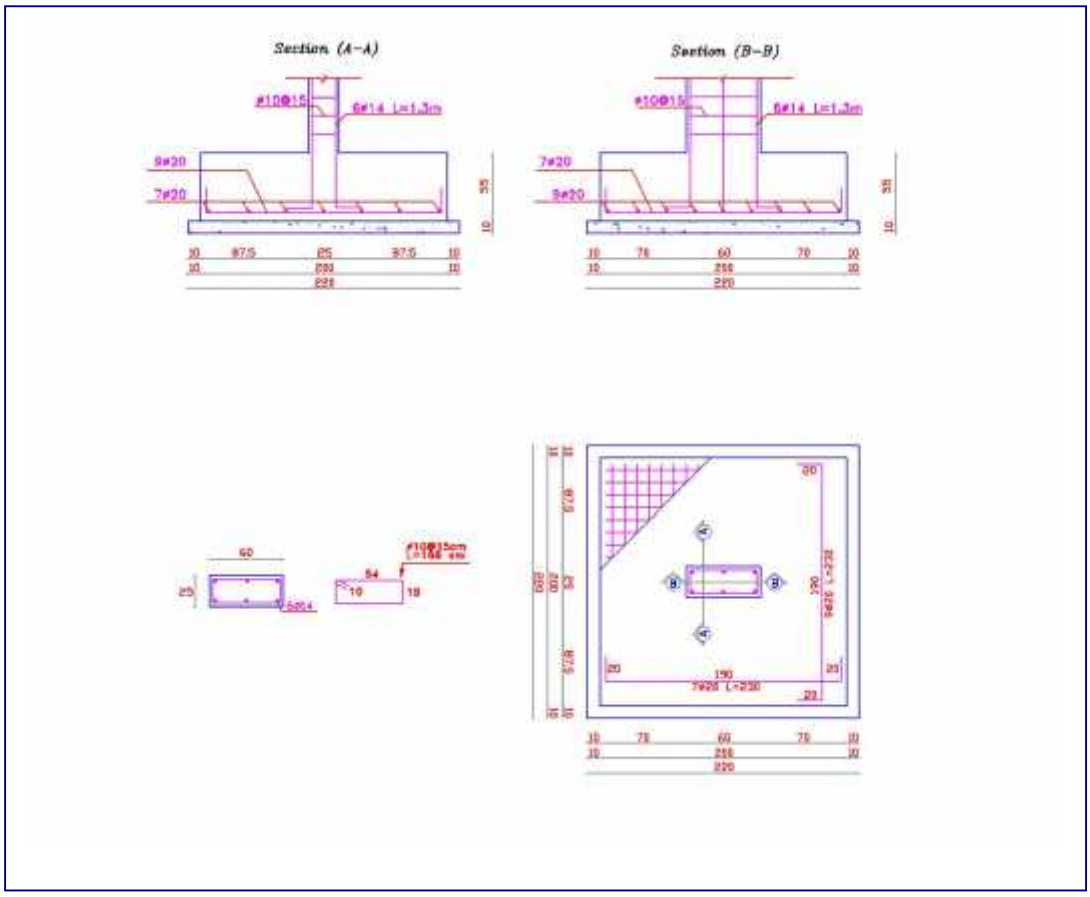


Fig (4-16): Footing (17) Details

Design of Strip Footing:

load Calculation:

Weight of wall (D.L.) =(height) *(thickness). 1m wide. γ_c

= 14.0. 0.2. 25 =70 KN/m

From beam D = (4)(31.5) = 126 KN/m

L = (4)(15) = 60 KN/m

Wu=1.2(70+126)+1.6(60)=331.2 KN/m

From stairs Wu(stairs)= $11*\left(\frac{(70+70)*1.5}{8.5}\right)=271.77 KN/m$

Determine the footing width :

Allowable soil pressure = 400 KN/m²

Assume footing thickness is 0.3 m.

$q_u(total)=331.2+271.77=602.97 KN/m$

for (1m) strip: (Pu = 602.97 KN)

$$\frac{Pu}{Area} \geq 1.4*\pm_{(allowable)}$$

$$\frac{602.97}{(1)(b)} \geq 1.4*400$$

b = 1 m

So select 100 cm width of strip footing.

Determined of the contact pressure:

$$P_{net}=\frac{P_u}{Area}=\frac{602.97}{1\times1}\approx 603\ kN/m^2$$

shear design:

$$\text{¤}Vc = 0.75 \times \frac{\sqrt{fc'}}{6} \times b \times d = 0.75 \times \frac{\sqrt{25}}{6} \times 1000 \times (220)$$

$$Vu = (P_{net})(one..way..shear..area)$$

$$Vu = 603 \times 1 \times (0.4 - 0.22) = 108.5KN$$

$$\Phi V_c \geq V_u$$

$$137.5KN \geq 108.5KN \text{ .....} OK$$

Determine reinforcement for moment strength :

$$\text{Mu} = (\text{Pnet}) \left(\frac{footing\ width - wall\ width}{2} \right) * \left(\frac{footing\ width - wall\ width}{4} \right)$$

$$= 603 * 0.4 * 0.2$$

$$Mu = 48.24 \text{ KN.m}.$$

$$\text{Required Rn} = \frac{M_u * 10^6}{\Phi * b * d^2}$$

$$\text{Required Rn} = \frac{48.2 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 220^2} = 1.1$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 25} = 19.76$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mRn}{fy}}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{19.76} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(19.76)(1.1)}{420}}\right) = 0.0027$$

$$\text{Areq} = \rho * b * d = 0.0027 * 100 * 22 = 5.94 \text{ cm}^2$$

Use Φ14 @ 25 cm $A_{prov.}$= 6.15 cm^2

design of Secondary Reinforcement:

As min_{req} = 0.0018. 100. 30 = 5.4 $cm^{2.}$

Use 4 Φ 14 $A_{prov.}$= 6.15 cm^2

design of dowels bars:

As min_{req} = 0.005. 100. 20 = 10 $cm^{2.}$

Use Φ 16 @ 20 cm…….. $A_{prov.}$ = 10 cm2

ثالثا: تصميم نظام التدفئة المركزية للمبنى الإضافي

يعتبر نظام التدفئة المستخدم في المباني من أهم العناصر الأساسية التي يعتمد عليها المصمم في توفير منـــاخ مريح وصحي داخل المبنى. وقد قمنا في هذا المشروع بتصميم نظام التدفئة المركزية للمبنى الإضافي التابع لمدرسة رابود الأساسية المختلطة. وتظهر مخططات هذا التصميم في ملحق المخططات التـــابع للمشـــروع. والتي تحمل أرقام من (M3-1) إلى (M3-3).

حساب الحمل الحراري:

هنا يتم حساب الحمل الحراري أو فاقد الحرارة، وهذا الفقد يكون على عدة أشكال.

١- عبر هيكلية المبنى: حيث انه يتم انتقال الحرارة عبر الجدران والأبواب والشـــبابيك والأســـقف والأرضيات إلى الخارج تحت تأثير فرق درجات الحرارة.

٢- عبر التهوية: وهنا يتم حساب الفاقد الحراري بالتهوية حيث يضاف إلى الفاقد مـــن الجـــدران والأسقف .. الخ.

٣- التسريب: وهنا يتم حساب التسريب الحاصل من الشقوق والفتحات المختلفة، ويضاف الأكبـــر من التسريب أو التهوية إلى الفاقد من هيكلية المبنى، وفي هذه الأيام فان التسريب قـــد اختفـــى تقريبا بسبب جودة صناعة الأبواب والشبابيك.

٤- بالإضافة إلى الفاقد عبر ما ذكر سابقا فانه يوجد مصادر مزودة ومساعدة للحرارة، كالأشخاص والآلات والمدافىء المختلفة، ولكنها تؤخذ كمصدر مساعد ولا تدخل في الحسابات.

شروط التصميم الخارجية:

ينتج عن تصميم أنظمه التكييف الشتوية لأسوأ الظروف الخارجية بحيث توفر سعة تسخين زائدة معظم الوقت ، و درجة التصميم الخارجي' طبقا" لمواصفات الهيئة الأمريكية للتبريد والتكييف والتسخين هي عبارة عن درجه حرارة الهواء الزائدة والتي تشكل ٩٧.٥% من عدد ساعات اشهر الشتاء .

شروط التصميم الداخلية :

درجه حرارة الهواء داخل الغرف تتغير في الاتجاه الرأسي . ظروف التصميم الداخلية المفضلة للطقس العادي هي ٢٢م مع رطوبة ٤٥% أو ٢١م مع ٣٠% رطوبة نسبيه ، يفضل أن تكون الرطوبة النسبية داخل الأماكن المكيفة منخفضة لمنع تكثف البخار.

تركيبة المبنى واتجاه حوائطه:

تؤثر التركيبة للمبنى على معدلات فقد الحرارة خلال الحوائط وكذلك اتجاه الحوائط للرياح كلما كانت مقابلة للرياح كلما زاد فقد الحرارة من داخل المبنى .

مواصفات المبنى والموقع:

وصف المكان:

كما ذكرت فان المدرسة مكون من طابقين كما هو مبين بالرسومات، ولا يستخدم إلا لغرض الدراسة وهو موجود على جبل غير مرتفع كثيرا، في منطقه رابود حيث أن واجهات المبنى مفتوحة للهواء بدون وجود عوائق للهواء.

تركيبة هيكلية المبنى:

١- الجدران: حيث تتكون الجدران من:

- حجر بسمك ١٠ سم
- باطون بسمك٨ سم
- كلكل لعمل العازل بسمك ٢ سم
- طوب بسمك ٧ سم
- قصارة بسمك ٣ سم

وهذا التركيب يضمن العزل المناسب والتوفير في عملية التدفئة.

٢- السقف: حيث يتكون من:

- قصارة بسمك ٣ سم
- طوب بسمك ١٥ سم
- غطاء باطوني بسمك ٦ سم
- عازل من البيوتمين بسمك ١ سم

٣- الأرضية: حيث تكون من:

- البلاط بسمك ٢ سم
- اسمنت بسمك ٢ سم
- رمل بسمك ٧ سم
- خرسانة مسلحة بسمك ١٠ سم
- رصفة دبش بسمك ١٥ سم

٤- الأبواب: الأبواب الخارجية تتكون من الخشب بسمك ٥ سم حيث تتكون خشب بسمك ٥ سم

٥- الشبابيك: تتكون الشبابيك من الألمنيوم له زجاج مزدوج سمك كل منها ٣ ملم و فراغ من الهـواء بسمك ٤ ملم.

ظروف التصميم:

١- درجات الحرارة:

بالرجوع إلى موقع المشروع تم تخمين درجات الحرارة التصميمية حيث كانت:

- درجة الحرارة الخارجية ٥ درجة مئوية.
- درجة الحرارة الداخلية ٢٥ درجة مئوية.
- درجة حرارة الأرض ٨ درجة مئوية.

- أي أن فرق درجات الحرارة (dt) = ٢٠ درجة مئوية ما عدا الأرضية.

٢- سرعة الرياح:

- سرعة الرياح الخارجية ٧م/ث على الواجهات

٣- معاملات انتقال الحرارة:

١ -معامل انتقال الحرارة بالنقل (Heat Conduction Coefficient)

يبين الجدول (4-2) معامل انتقال الحرارة بالنقل للمواد الإنشائية المختلفة.

جدول (4-2): معامل انتقال الحرارة بالنقل للمواد الإنشائية المختلفة

المادة	K (w/m.c)
الخرسانة	١.٧٥
الطـــوب	١
الكلكـــل	٠.٠٤
الزجاج	٠.٧٨
القصارة	١.٢
الهـــواء	٠.٠٢
الحجـــر	٢.٢
المعـــدن	٤٠
الطوب للعقدة	٠.٩٥
البيتومين	٠.١٨
البـــلاط	١.٣
الرمـــل	٠.٧

٢ معامل انتقال الحرارة بالحمل (Heat Convection Coefficient)

يبين الجدول (4-3) معامل انتقال الحرارة بالحمل للأسطح المختلفة.

جدول (4-3): معامل انتقال الحرارة بالحمل للأسطح المختلفة

نوعية السطح	h_f ($w/m^2.c$)
هواء ساكن	
الجدران	٨
السقف	١٠
الأرضية	٦
هواء متحرك	
٧ م/ث	٣٤
٥ م/ث	٢٦

- في حالة الهواء المتحرك ممكن استخدام العلاقة الآتية:

$h_f = 6 + 4v$

حيث (v) هي سرعة الهواء.

- ممكن أخذ المتوسط لـ (h_f) في حالة الهواء المتحرك بحيث يتم اعتمادها (٣٠) $w/m^2.c$

حيث يتم بعد ذلك اخذ معاملات أمان تضاف للحمل الكلي للغرفة بعد حسابه

حساب الحمل:

حساب الحمل بالنقل:

المعادلة الرئيسية المستخدمة هي:

Q = U.A. dt
Where:

Q = the heat energy loss through the walls (watt)

A = the area at which the heat loss through (m^2)

dt = the difference temperature between out and in door

U = the overall heat transfer coefficient for plan

Wall ($w/m^2.c$)

$U = 1 / (1/hf_{in}) + (\Sigma X / k) + (1/hf_{out})$

$Q = q. A.$

Where (q) is the heat flux ($watt / m^2$)

وفيما يلي مثال حسابي للتدفق عبر الجدران والشبابيك والأسقف والأرضيات

التدفق عبر الجدران:

حسب تركيبة الجدران يمكن أن نحسب (U) :

$$U = 1 / \{(1/8) + (0.03/1.2) + (0.02/0.04) + (0.2/1.75) + (0.1/2.2) + (1/30)\}$$

$$U=2.52 \ w/m^2.c$$

والآن ما علينا سوى أن نضرب مساحة كل جدار مع (q) لنخرج كمية التدفق الحراري (Q) بالواط لجميع الجدران، وهذا مبين بالجدول.

التدفق عبر الشبابيك:

مقطع الزجاج يتكون من زجاج سمك ٣ ملم حيث يمكن حساب(U):

$$U = 1 / \{(1/8) + (0.003/0.78) + (0.003/0.78) + (0.004/0.02) + (1/30)\}$$

$$= 5.30 \ w/m^2.c$$

والآن ممكن حساب التدفق الحراري بالواط بضرب (q) في مساحة أي شباك وهذا مبين في الجدول.

التدفق عبر الأبواب:

تتكون الأبواب من الخشب سمك ٥ سم.

$$U = 1/ \{(1/8) + (0.05/0.16) + (1/30)\}$$

$$= 2.11 w/m^2.c$$

وفي الجداول مبين مساحات التدفق بالواط من خلال الأبواب.

التدفق عبر السقف:

يتكون السقف من عدة طبقات معروفة السماكة ومعامل النقل الحراري (k) حيث:

$$U = 1 / \{(1/10) + 0.03/1.2) + (0.15/0.95) + (0.06/1.75) + (0.01/0.18) + (1/30)\}$$

$$= 2.35 w/m^2.c$$

والجداول تبين الفقد الحراري بالواط عبر كل غرفة.

التدفق عبر الأرض:

تبدأ الأرض من البلاط ثم إسمنت ثم رمل ثم خرسانة مسلحة ثم رصفة دبش، ومنها ممكن حساب U

$$U = 1 / \{(1/6) + (0.02/1.3) + (0.05/1.75) + (0.1/0.7) + (0.1/1.75) + (0.15/2.2)\}$$

$$= 1.67 \ w/m^2c$$

بضرب (q) في مساحة كل أرضية غرفة ممكن إيجاد الفاقد بالواط عبر الأرضيات.

حساب التدفق بالنقل:

مثال: بعد إيجاد (q) للجدران والأسقف والأرضية والنوافذ والأبواب فانه بالإمكان ومن خلال أيجاد المساحة أن نخرج (Q) (التدفق الحراري بالواط) عبر أي مادة فمثلا:

لو كانت مساحة الجدران (٤ × ٣) مع خصم مساحة الشباك (٢ × ٢) فان المساحة

$$A = (3 \times 4) - (2 \times 2)$$

$$= 8 \ m^2$$

$$Q = 8 \times q_{wall}$$

$$= 8 \times 23.6 = 188.8 \text{ watt}$$

infiltration heat loss calculation:

for example take room number two (teachers room):

From table (4-4)، which shows the rate of air change per hour in buildings، we get:

Number of air changes = 2/hr.

Bank	٨	Restaurant	٣

Table (4-4): Air Change Per Hour in Buildings

Kind of room of building	Air change Per hour
Rooms with no widows or exterior doors	0.5
Rooms with windows or exterior doors on one side only	1.0
Rooms with windows or exterior doors on two sides	1.5
Rooms with windows or exterior doors on three sides	2.0
Entrance hall	2.0
Homes. Apartments and offices	1.0-2.0
Classrooms، dining rooms، hospital rooms and bathrooms	2.0
Stores and public building	2.0-3.0
Toilets	3.0

Volume this Room = 7*6.4*3 = 134.4 m^3

⇨Ů "**Volume flow rate of air** " = 2*134.4

Ů = 268.8 m^3/hr

Ů = 268.8/3600 = 0.075 m^3/s

From table (4-5)، which shows the entrance passage per occupant per hour، we get:

Entrance passage per occupant per hour = 3

Assuming 8 persons" occupants"

So: 3*8=24 Entrance passage hour.

Table (4-5): Entrance Passage Per Occupant Per Hour.

Barber shop	٤	Public building	٣
Candy store	٨	Shoes store	٤
Dress shop	٣	Professional offices	٤
Hospital rooms	٤	Lunchrooms	٦
Office building	٢	furrier	٣

Previous studies show that (2.35 m^3) of air is obtained by every passage of room.

for number of passage/hr =24 ⇨2.35 m^3/passage

So 24*2.35 = 56.4m^3/hr

⇨ $\mathring{U}$ = 56.4/3600 = 0.016 m^3/s

☞$\mathring{U}$ = 0.075+0.016 = 0.091 m^3/s

$\dot{m}$ = ρ* $\mathring{U}$ = 1*0.091

$\dot{m}$ = 0.091 kg/s

$q_{Total} = q_{is} + q_{il} = \dot{m}(h_i - h_o)$

T_i=25 °C & ϕ_i=35% ⇨h_i = 43 kJ/kg

T_o=5 °C & ϕ_o=55% ⇨h_o = 12.5 kJ/kg

$q_{Total} = q_{is} + q_{il} = \dot{m}(h_i - h_o)$

☞ q_{Total} = 0.091(43-12.5) = 2.776 KW = 2776 W

And the following tables listed the calculations for all rooms:

Table(4-6): Load Calculation For Management Room

No.	Usage	Element	Area	U	Ti - To	Q_{Loss}
			m^2	($W/m^2.°C$)	(°C)	(W)
1.00	management	Wall A	14.30	2.52	20.00	720.72
		Wall B	15.45	2.52	20.00	778.68
		Wall C	14.00	2.52	20.00	705.60
		Window A	2.50	5.30	20.00	265.00
		Window B	3.75	5.30	20.00	397.50
		Door	2.80	2.11	20.00	118.16
		Ceiling	35.84	2.35	20.00	1684.48
		Floor	35.84	1.67	18.00	1077.35
Infiltration						720.00
Q_{Room}						6467.49

Table(4-7): Load Calculation For Teachers Room

No.	Usage	Element	Area	U	Ti - To	Q_{Loss}
			m^2	($W/m^2.°C$)	(°C)	(W)
2.00	Teacher's	Wall A	15.45	2.52	20.00	778.68
		Wall B	16.00	2.52	20.00	806.40
		Wall C	21.00	2.52	11.00	582.12
		Wall D	4.00	2.52	20.00	201.60
		Window A	3.75	5.30	20.00	397.50
		Window B	2.50	5.30	20.00	265.00
		Ceiling	44.80	2.35	20.00	2105.60
		Floor	44.80	1.67	18.00	1346.69
Infiltration						2776.00
Q_{Room}						9259.59

Table(4-8): Load Calculation For Classroom (1)

No.	Usage	Element	Area	U	Ti - To	Q_{Loss}
			m^2	($W/m^2.°C$)	(°C)	(W)
3.00	Classroom	Wall A	16.00	2.52	20.00	806.40
		Wall B	16.50	2.52	11.00	457.38
		Window A	5.00	5.30	20.00	530.00
		Window B	2.50	5.30	20.00	265.00
		Door	2.00	2.11	20.00	84.40
		Ceiling	49.00	2.35	20.00	2303.00
		Floor	49.00	1.67	18.00	1472.94
Infiltration						4590.00
Q_{Room}						10509.12

Table(4-9): Load Calculation For Classroom (2)

No.	Usage	Element	Area	U	Ti - To	Q_{Loss}
			m^2	($W/m^2.°C$)	(°C)	(W)
4.00	Classroom	Wall A	14.75	2.52	20.00	743.40
		Wall B	16.50	2.52	20.00	831.60
		Window A	6.25	5.30	20.00	662.50
		Window B	2.50	5.30	20.00	265.00
		Door	2.00	2.11	20.00	84.40
		Ceiling	49.00	2.35	20.00	2303.00
		Floor	49.00	1.67	18.00	1472.94
Infiltration						4590.00
Q_{Room}						10952.84

Table(4-10): Load Calculation For Classroom (3)

No.	Usage	Element	Area	U	Ti - To	Q_{Loss}
			m^2	$(W/m^2.°C)$	(°C)	(W)
5.00	Classroom	Wall A	15.45	2.52	20.00	778.68
		Wall B	17.87	2.52	20.00	900.65
		Wall C	1.60	2.52	20.00	80.64
		Window A	3.13	5.30	20.00	331.25
		Window B	3.75	5.30	20.00	397.50
		Door	2.00	2.11	20.00	84.40
		Ceiling	44.80	2.35	20.00	2105.60
		Floor	44.80	1.67	18.00	1346.69
Infiltration						5185.00
Q_{Room}						11210.41

Table(4-11): Load Calculation For Advisor Room

No.	Usage	Element	Area	U	Ti - To	Q_{Loss}
			m^2	$(W/m^2.°C)$	(°C)	(W)
6.00	Advisor	Wall A	6.60	2.52	20.00	332.64
		Wall B	12.20	2.52	20.00	614.88
		Window A	1.88	5.30	20.00	198.75
		Door	2.00	2.11	20.00	84.40
		Ceiling	10.34	2.35	20.00	485.98
		Floor	10.34	1.67	18.00	310.82
Infiltration						915.00
Q_{Room}						2942.47

Table(4-12): Load Calculation For Stairs

No.	Usage	Element	Area	U	Ti - To	Q_{Loss}
			m^2	$(W/m^2.°C)$	(°C)	(W)

7.00	Stairs	Wall A	7.75	2.52	9.00	175.77
		Wall C	21.00	2.52	11.00	582.12
		Wall D	21.00	2.52	11.00	582.12
		Window A	1.25	5.30	9.00	59.63
		Ceiling	21.00	2.35	9.00	444.15
		Floor	21.00	1.67	6.50	227.96
Infiltration						2188.00
Q_{Room}						3918.10

Q(total) for each story = 55.26 KW.

Q(total) for both stories = 110.52 KW.

Boiler selection:

From Catalog:

Use Boiler model	**MP 1285 [ZAEGAL-HELD CO.]**
Output	**177 KW**

Burner selection:

$$m = \frac{Q \times 860}{[c.v(den) \times 0.8]}$$

m: flow rate of fuel [L/h]

Q: boiler (k.w)

860: factor to change to k cal/h.

c.v: choleric value of fuel = 11250k cal/kg.

Den: density of fuel =0.84 kg/L.

0.8: efficiency of burner.

M =[177*860]/(11250*0.84*0.8)=14.1L/h

=20.15kg/h

from Catalog**:**

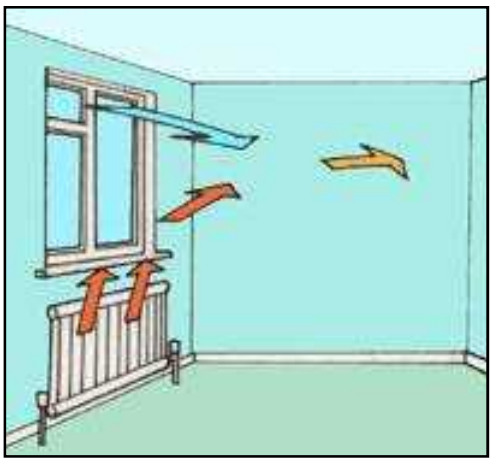
Use burner models MAIOR P35 AB [Ecoflam Co.]

Output (Min = 20، Max = 35) Kg/h.

Capacity (Min = 23، Max = 415) KW

Radiators:

- it should be placed under the windows of the room
- it should be distributed in the room in an organized way so as to give a homogeneous heating in the place .



Fig(4-17): Placing The Radiator

Table(4-13): Radiators Distribution

No. ROOM	Q Total (W)	CAPACITY (W)	No. of Element	No. RADIATERS
management	٦٤٦٧.٤٩	164.19	٣٩	٣
T.Room	٩٢٥٩.٥٩	164.19	٥٧	٤
Class (1)	١٠٥٠٩.١٢	164.19	٦٤	٣
Class (2)	١٠٩٥٢.٨٤	164.19	٦٧	٣
Class (3)	٥١٨٥.٠٠	164.19	٣٢	٣
advisor	٢٩٤٢.٤٧	164.19	١٨	1
stairs	٣٩١٨.١٠	164.19	٢٤	٢

Pipes Design :

The major pipe (from the boiler)

$Q\ total = m * cp * \Delta t$

Q total =١١٠.٥٢ KW

Cp = 4.18 KJ/Kg.K

Δt = 80 – 60 = 20 C.

ρ (for water) = 981Kg/m3

V = 2 m/s

A = area of across section of the pipe .

D = diameter of the pipe

m = Qt/(cp* Δt) =١١٠.٠٢/(4.18*(80-60)) = ١.٣٢ Kg/s

Area = m/(ρ*v) =1.18/(981 *2) = 0.000٦٧ m2

ρ = √(4*0.00107/π) = 0.03m

Select D = 1.5 inch [D = 38.1mm]

The pipes from the major to collector in each floor :

First The ground floor

Qt = Q (from all class in this floor)

Qt(collector)=55.26 KW

m = 0.٦٦m^3

A = .00003٣ m^2

D = 0.0١٩m

=19mm

Select D = 3/4 inch [D = 19mm]

Second : The First floor

Qt = Q (from all class in this floor)

Qt(collector)=55.26 KW

m = 0.٦٦m^3

A = .00003٣ m^2

D = 0.0١٩m

=19mm

Select D = 3/4 inch [D = 19mm]

We can calculate Pipe diameter according the following formula:

$$Q = m * cp * \Delta t$$

Table(4-14): Pipe Diameter Calculation

ROOM	Q(W)	m(Kg/s)	A(m^2)	D(mm)	SELECT
Manage.	٦٤٦٧.٤٩	٠.٠٧٧	٠.٠٠٠٠٤	٨	D = ٠.٥inch
T.room	٩٢٥٩.٥٩	٠.١١	٠.٠٠٠٠٥٦	٨.٥	D = ٠.٥ inch
Class(1)	١٠٥٠٩.١٢	٠.١٢٦	٠.٠٠٠٠٦٤	٩	D = 0.٥ inch
Class(2)	١٠٩٥٢.٨٤	٠.١٣١	٠.٠٠٠٠٦٧	٩	D = 0.٥ inch
Class(3)	١١٢١٠.٤١	٠.١٣٤	٠.٠٠٠٠٦٨	٩	D = ٠.٥ inch
Advisor	٢٩٤٢.٤٧	٠.٠٣٥	٠.٠٠٠٠١٨	٥	D = ٠.٥ inch
stairs	٣٩١٨.١٠	٠.٠٤٧	٠.٠٠٠٠٢٤	٦	D = ٠.٥inch

Take Class #1 as Example:

m =٠.١٢٦ Kg/s

A=٠.٠٠٠٠٦٤ m^2

D=٩mm

Select D = 0.0 inch (D=12.7 mm)

Expansion Tank:

Using of the expantion tank is to avoide the volume change of the water during the heating cucil due to the change of temperature in ahigher value and this will raise the pressure in the pipes or in part of the heating unit and may explode it so that use this tank with a volume = 0.08 of the total water volume in the system.

Total volme of the water in the system = Q_{boiler} * 0.012

0.012 : Reduction Factor.

=١٧٧*.012=٢١٢٤ L

V = 0.08*2124 =١٦٩.٩٢ L

Select ARM1000H [ARMSTRONG CO.]

pipe insulation:

R=K/hf

R = radius of insulation materials

K = thermal of conductivity of the insulation materials

hf = convection heat transfer coefficient for the bounded space of the pipe.

- If the insulation which used is fiber glass

K = 0.04

Hf = 5 W/m.K

R = 0.04/5 = 0.008m = 8 mm

Chimney design:

Qt=A*50*h

Where:

Qt : boiler(k.w) = ١٧١.٠٢kw.

A : section area.

H : hight of chemny = 4m

50: constant (table)

A = 123.8/(50*4) = 0.٨٥٥ m2.

A = π*(d^2/4) $\Leftrightarrow$ **d** = ١.٠٥m

Which is greater as length is small

Solar Tank:

Total load of the building =110.52 KW

Amount of heat gained by 1 Kg oil = 42700J/Kg.

Amount of oil needed =(Total load / heat gained by 1 Kg oil)

V_{oil} = 110.52 / 42700

= 0.0026 Kg per hour *3600

= 9.3 Kg/s

= ٨.٣ / 0.84 =11L/h

If we consider that the boiler work 7 hr/day، 24 day/ month، 4 month in the season.

4 month 24day/month * 7hr/day = 672 hr

Oil tank capacity = 11*672 = 7454.2 L

= 7.4m^3

Use Oil tank capacity =٨ m^3

With Dimentin = ٢m X ٢m X ٢m

The tank is to be filled every year for this school

رابعا: تصميم الإنارة والخدمات الكهربائية للمبنى الإضافي

تعتبر الإضاءة الصناعية أو ما يعرف بعلم الإنارة من الأساسيات المهمة التي يجب مراعاتها عند إضاءة مكان معين ، بحيث يعمل هذا العلم على توفير إضاءة مناسبة ومتجانسة وتفي باحتياجات الإنسان من الضوء ، بحيث يمكن عن طريقها الاستعاضة عن الإضاءة بالضوء الطبيعي أثناء الليل أو في الأماكن التي لا يصل إليها ضوء النهار.

وقد تستخدم الإضاءة الصناعية في أماكن يمكن الاستغناء فيها عن الإضاءة الطبيعية بحيث توفر مستوى إضاءة يشابه احتياجات الإنسان للضوء وفقا للعمل الذي يقوم فيه . ويمكن أن تكون الإضاءة الصناعية وسيلة من وسائل الديكور بالمكان عن طريق الاستفادة بالظلال وبلون الضوء المستخدم

ويجب على المهندس المصمم لمشروع الإنارة أن يتلافى الأخطاء التي قد يقع فيها عند تصميمه وتوزيعه لوحدات الإضاءة المناسبة وفقا للمكان والعمل المطلوب . فعليه يقع اختيار الوحدات اللازمة ولون الضوء المناسب وأيضا التوزيع الصحيح للوحدات واختيار الألوان المناسبة للأثاث والموجودات بالغرف حسب طبيعة العمل بالمكان. وهناك عدد من الأمور التي يجب مراعاتها عند تصميم الإنارة لأي غرفة، وهي:

- توفير الفيض الضوئي المطلوب من خلال المصابيح المختارة لتوفير مستوى إضاءة مناسب.
- أن تكون الإضاءة متجانسة بقدر الإمكان .
- ألا يوجد مصدر توهج يسبب الانبهار في مستوى البصر للإنسان العادي .
- الابتعاد قدر الإمكان عن وجود ظلال ناتجة عن سوء توزيع المصادر الضوئية بالمكان.

العوامل المؤثرة في حسابات الإنارة:

هناك عدة عوامل مؤثرة في حسابات الإضاءة يجب أخذها في الاعتبار عند حساب الإضاءة ومن أهم هذه العوامل :

- معاملات الصيانة والاستخدام
- طريقة الإضاءة
- معاملات الانعكاس

- معامل الغرفة
- الكفاية الضوئية

- **معامل الصيانة M:**

يمثل هذا المعامل مقدار الفقد الناتج عن معدل الصيانة من حيث التنظيف الدوري للوحدات وتغيير المصابيح عند انقضاء عمرها الافتراضي او تلفها .

- **معامل الاستخدام U :**

وهو عبارة عن نسبة ما يصل من الضوء إلى مستوى العمل الكلي المنبعث من وحدات الإضاءة.

* **طريقة الإضاءة :**

توجد عدة طرق للإضاءة الداخلية تستخدم فيها وحدات إضاءة تناسب كل طريقة ونختار منها الطريقة المناسبة للمكان المطلوب إضاءته ومن هذه الطرق :

- إضاءة مباشرة.
- إضاءة اقرب للمباشرة.
- إضاءة منتشرة بانتظام.
- إضاءة مباشرة- غير مباشرة.
- إضاءة اقرب لغير المباشرة.
- إضاءة غير مباشرة.

- **معامل الانعكاس :R**

وهو النسبة بين الفيض الضوئي المنعكس من السطح الى الفيض الضوئي الساقط عليه

- **معامل الامتصاص :A**

وهو النسبة بين الفيض الضوئي الممتص بالسطح الى الفيض الضوئي الساقط عليه

- **معامل النفاذ :T**

وهو النسبة بين الفيض الضوئي النافذ من السطح الى الفيض الضوئي الساقط عليه

- **معامل الغرفة :K**

تؤثر أبعاد الغرفة على عملية الإضاءة ومعامل الغرفة هو الصورة التي تمثل ذلك :

فيكون معامل الغرفة $K =(0.8\ W+0.2\ L)/h_e$

حيث w: عرض الغرفة

L: طول الغرفة

he: الارتفاع الفعال ويساوي المسافة بين المصدر الضوئي ومستوى العمل (80 سم من سطح الأرض)

- **الكفاءة الضوئية :η**

يمكن تحدي الكفاءة الضوئية للمكان من الجداول التي تعطي الكفاءة لكل معامل غرفة بعد اختيار نوع وطريقة الإضاءة المستخدمة ومعاملات الانعكاس للسقف والجدران، وهي تمثل النسبة بين الضوء المفيد الذي يصل إلى مستوى العمل إلى الضوء المنبعث من وحدات الإضاءة بالمكان.(η =٠.٣٥)

حسابات الإنارة:

تم إجراء حسابات الإنارة كاملة. وعرضها في جدول مرفق. وكمثال على الحسابات نعرض المثال التالي:

الغرفة رقم (١) في الطابق الأرضي. وهي غرفة الإدارة بالمواصفات التالية:

طول الغرفة= ٦.٤ م.

عرض الغرفة= ٥.٦ م.

الارتفاع= ٣.٠ م.

الارتفاع الفعال (he) = ٣.٠-٠.٨ = ٢.٢ م.

مساحة الغرفة = ٣٥.٨٤ م^{٢}

شدة الإنارة المطلوب توفيرها = ٢٥٠ لوكس.

$\Phi = E \cdot A.p / \eta$

$= (250)(35.84)(1.2)/(0.35)$

$= 30720$ lumens

$\Phi_{lamp} = 2400$ lumens (for florescent lamp)

#of lamps = 30720/2400 = 12 lamps.

Shadow ratio:

SHR(X) = distance between lamps in (X-direction)/he

= 2.13/2.2 = 0.96< 2 ……OK

SHR(Y) = distance between lamps in (Y-direction) / he

= 2.8/2.2 = 1.27 < 2 ……OK

وباستخدام نفس الطريقة السابقة يمكن حساب عدد وحدات الإنارة اللازمة لكل غرفة من غـرف المدرسـة، ويلخص الجدول (٤-١٥) حسابات الإنارة للغرف المختلفة.

جدول (٤-١٥): حسابات الإنارة في المبنى الإضافي

الغرفة	نوع المصابيح	فيض المصباح	عدد المصابيح	SHR(X)	SHR(Y)

إدارة	Fluorescent	2400	١٢	٠.٩٧	١.٢٧
غرفة معلمين	Fluorescent	2400	١٦	١.٤٥	٠.٨
غرفة صفية	Fluorescent	2400	٢٤	١.٠٦	٠.٨
غرفة صفية	Fluorescent	2400	٢٤	١.٠٦	٠.٨
غرفة صفية	Fluorescent	2400	٢٤	٠.٩٦	٠.٨
مرشد	Fluorescent	2400	٤	١.٠٧	٠.٥
ممر	PL-Lamp	800 Lumen	٢٠	٠.٥	٠.٥
غرفة صفية	Fluorescent	2400	٢٤	٠.٩٧	٠.٨٥
غرفة صفية	Fluorescent	2400	٢٤	٠.٩٧	٠.٨٥
غرفة صفية	Fluorescent	2400	٢٤	١.٠٦	٠.٨
غرفة صفية	Fluorescent	2400	٢٤	١.٠٦	٠.٨
غرفة كمبيوتر	Fluorescent	2400	٣٠	٠.٩٧	٠.٨٥
ممر	PL-Lamp	800 Lumen	١٦	٠.٥	٠.٥
درج	PL-Lamp	800 Lumen	٩	٠.٤٥	٠.٦٨
مرحاض	Candescent	1200	١	٠.٣٩	٠.٢٤

الأحمال الكهربائية:

يبدأ التصميم الكهربائي لأي مرفق بدراسة طبيعة ذلك المرفق من حيث المساحات ونوعية أشغال كل المساحة ، تمهيدا لتقدير الأحمال الكهربائية له في مرحلة التصميم. ونظرا لطبيعة الأجهزة المستخدمة في المدارس ومحدوديتها، فقد تم تقدير حمل الإبريز ب (٤٠٠) واط.

وقدتم تصميم كل من أحمال الإنارة والأباريز، وتصميم اللوحات الكهربائية في المبنى. حيث يلـزم خـط (٣ فاز) لتغذية المبنى بالكهرباء. وتبين المخططات (E3-1) إلى (E3-3) عملية التصميم للخدمات الكهربائية في المبنى الإضافي التابع لمدرسة رابود الأساسية المختلطة.

٤-٤-٣ تصميم الوحدات الصحية التابعة لمدرسة رابود الأساسية المختلطة

تشكل الوحدات الصحية عاملا أساسيا في الحفاظ على السلامة والصحة البيئية للمجتمع المدرسي، ومن هـذا المنطلق كان لا بد لنا من الوقوف على حالة الوحدات الصحية في المدارس المستهدفة، خاصة وأن الوحدات الصحية في معظم هذه المدارس لا تؤدي الغرض من وجودها على أكمل وجه.

ولا بد للمصمم أن يراعي جملة من المواصفات التي تضمن راحة وسلامة المستخدم عند تصـميم الوحـدات الصحية، ومن أهم تلك المواصفات والقواعد هي إلمام المصمم بأبعاد وأشكال المواد والقطع الموجودة داخـل تلك الوحدات الصحية من مغاسل و مباول وغيرها من القطع. وهذا يحتم عليه أن يكون على إطـلاع عـام بحاجات الإنسان و حجم حركته والمساحة المخصصة لتلك الحركة.

وتمر عملية تصميم الوحدات الصحية في المدارس بسلسلة من الخطوات التي يمكن تلخيصها بما يلي:

١- معرفة عدد طلاب وطالبات المدرسة

٢- حساب عدد المراحيض اللازمة بناء على عدد طلاب و طالبات المدرسة

٣- حساب عدد المباول اللازمة في الوحدات الصحية الخاصة بالطلاب الذكور.

٤- حساب عدد المغاسل اللازمة في كل وحدة صحية.

٥- تصميم وحدة صحية خاصة بالطلاب المعاقين.

ولمعرفة عدد المرافق والأدوات الصحية اللازمة لكل مدرسة كان لا بد لنا من الرجـوع إلـى مصدر يوفر معايير تصميمية في هذا المجال. ويشكل (National Standard Plumping Code) مصدرا غنيا لمثل هذه المعلومات. ويبين الجدول (٤-١٦) والمأخوذ من المصدر السابق عدد القطع الصحية اللازمة حسب عدد الطلاب في المدرسة.

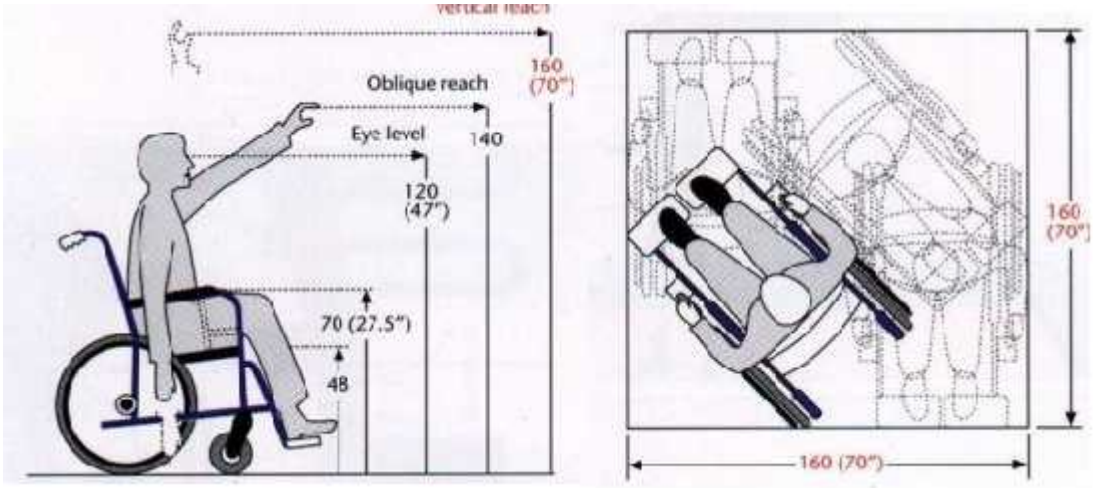
جدول (٤-١٦): عدد القطع الصحية اللازمة في المدارس

القطع الصحية	العدد (طلاب)	العدد (طالبات)
المراحيض	قطعة واحدة لكل ٤٠ طالب	قطعة واحدة لكل ٣٠ طالبة
المغاسل	قطعة واحدة لكل ٤٠ طالب	قطعة واحدة لكل ٤٠ طالبة
المباول	قطعة واحدة لكل ٣٥ طالب	-

تصميم الوحدات الصحية الخاصة بذوي الاحتياجات الخاصة:

من البديهي أن تتصف الوحدات الصحية الخاصة بذوي الاحتياجات الخاصة من البشر بمميزات وصفات تتلاءم مع القدرات المحدودة نوعا ما لتلك الفئة من المجتمع. ومن المهم أن يلم المصمم بعدة أمور تتعلق بقدرات ومواصفات المستخدمين للوحدات الصحية حتى يتمكن أن يوفر لهم الوحدات الصحية المريحة والقادرة على تلبية متطلباتهم. ويبين الشكل أهم الأمور التي يجب على المصمم معرفتها ابتداء من تحديد مدى المساحة التي يحتاجها الفرد للدوران بالكرسي وهي دائرة قطرها (160) سم. بالإضافة إلى المناسيب المختلفة للكرسي والشخص الجالس عليه.

ويبين الشكل (٤-١٧) أهم الأبعاد التي يجب مراعاتها في تصميم الوحدات الصحية لذوي الاحتياجات الخاصة.

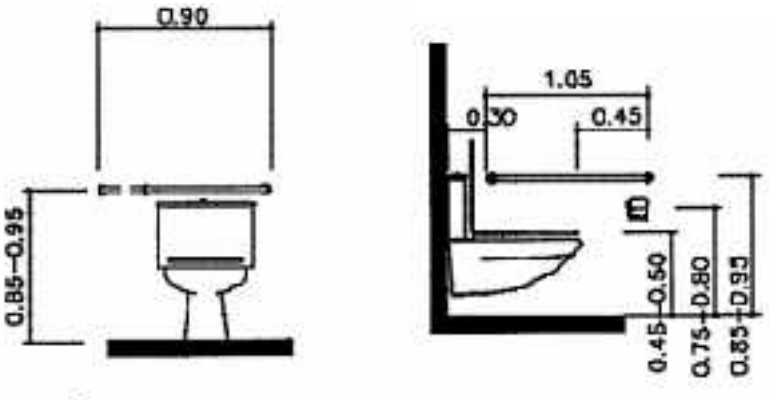


الشكل (٤-١٨): أبعاد تصميمية لذوي الاحتياجات الخاصة

ومن المهم أن يترك المصمم مساحة فارغة داخل الوحدات الصحية حتى يقوم المستخدم بالحركة والـدوران بحرية وبدون أي إعاقة. كما وأنه من المهم أن يكون ملما بأبعاد وارتفاع تثبيت المغاسل وغيرها من الأدوات الصحية. ويبين الشكل (٤-١٨) منظرا عاما لوحدة صحية مستخدمة من قبل ذوي الاحتياجات الخاصة.

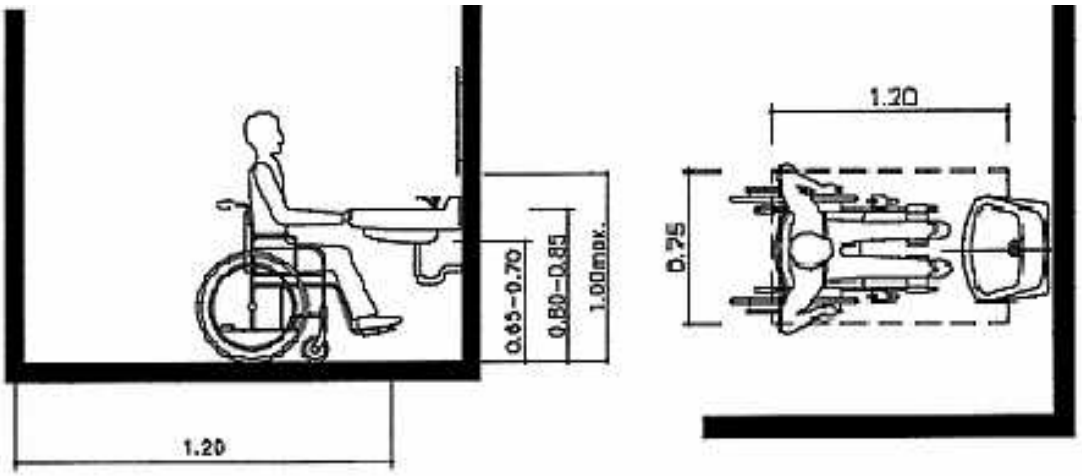
الشكل (٤-١٩): منظر عام لوحدة صحية تابعة لذوي الاحتياجات الخاصة

كما يبين الشكل (٤-١٩) الأبعاد القياسية لبعض القطع الصحية الموجودة داخل الوحدات الصحية الخاصة بذوي الاحتياجات الخاصة.



الشكل (٤-٢٠): الأبعاد القياسية لبعض القطع الصحية التابعة لذوي الاحتياجات الخاصة

كما يبين الشكل (٤-٢٠) المغاسل المستخدمة في الوحدات الصحية الخاصة بذوي الاحتياجات الخاصة وأبعادها.



الشكل (٤-٢١): المغاسل المستخدمة من قبل ذوي الاحتياجات الخاصة

تصميم الوحدات الصحية في مدرسة رابود الأساسية المختلطة:

الخطوة الأولى:

عدد الطلاب الذكور يساوي (99) طالبا

عدد الطالبات يساوي (96) طالبة

الخطوة الثانية:

تحديد عدد المراحيض اللازمة لطلاب المدرسة الذكور باستخدام الجدول(٤-١٦)، حيث يظهر لنا أن كل (40) طالبا بحاجة إلى مرحاض واحد، ومن هنا كان عدد المراحيض اللازمة للذكور هو:

$$99 / 40 = 2.5 \approx 3 \text{ W.C.}$$

وبالتالي يجب عمل(٣) مراحيض، بالإضافة إلى مرحاض رابع لذوي الاحتياجات الخاصة.

الخطوة الثالثة:

تحديد عدد المباول اللازمة في الوحدات الصحية الخاصة بالذكور، حيث يبين الجدول أن كـل (٣٥) طالبـا يحتاجون إلى مبولة واحدة. وبالتالي يكون عدد المباول اللازمة للطلاب هو:

$$99 / 35 = 2.8 \approx 3$$

وبالتالي فإننا نحتاج إلى (٣) مباول للطلاب في الوحدات الصحية الخاصة بهم.

الخطوة الرابعة:

إيجاد عدد المغاسل اللازمة داخل الوحدات الصحية الخاصة بالطلاب. حيث يبين الجدول أن مغسلة واحدة تلزم لكل (٤٠) طالبا، وبالتالي يكون عدد المغاسل اللازمة داخل الوحدات الصحية الخاصة بالطلاب هو:

$$99 / 40 = 2.5 \approx 3$$

وبالتاي فإننا نحتاج إلى (٣) مغاسل للطلاب في الوحدات الصحية الخاصة بهم. بالإضافة إلى مغسلة خاصة بذوي الاحتياجات الخاصة.

الخطوة الخامسة:

تحديد عدد المراحيض اللازمة لطالبات المدرسة باستخدام الجدول، حيث يظهر لنا أن كل (30) طالبة بحاجة إلى مرحاض واحد، ومن هنا كان عدد المراحيض اللازمة للطالبات هو:

$$96 / 30 = 3.2 \approx 3$$

وبالتالي يجب عمل (٣) مراحيض بالإضافة إلى مرحاض رابع لذوي الاحتياجات الخاصة.

الخطوة السادسة:

إيجاد عدد المغاسل اللازمة داخل الوحدات الصحية الخاصة بالطالبات. حيث يبين الجدول أن مغسلة واحدة تلزم لكل (٤٠) طالبة، وبالتالي يكون عدد المغاسل اللازمة داخل الوحدات الصحية الخاصة بالطلاب هو:

$$96/\ 40 = 2.4 \approx 3$$

وبالتاي فإننا نحتاج إلى (٣) مغاسل للطالبات في الوحدات الصحية الخاصة بهم. بالإضافة إلى مغسلة خاصة بذوي الاحتياجات الخاصة.

الخطوة السابعة:

تلخيص النتائج في جدول يبين الكميات المحسوبة من الخطوات السابقة.

جدول(٤-١٧): عدد القطع الصحية اللازمة في مدرسة رابود الأساسية المختلطة

مدرسة رابود الأساسية المختلطة		
	الطلاب	الطالبات
العدد	99	96
عدد المراحيض	3+1	3+1
عدد المباول	3	-
عدد المغاسل	3+1	3+1

وتبين المخططات (A3-9) و (A3-10) تصميم الوحدات الصحية في مدرسة رابود الأساسية المختلطة.

٤-٤-٤ تصميم الحفرة الامتصاصية التابعة لمدرسة رابود الأساسية المختلطة

من المعلوم أن الحفر الامتصاصية تشكل المحطة الأخيرة في الأنظمة الصحية لأي مبنى. حيث تتجمع فيها المياه العادمة الناتجة من استخدام الأفراد في المبنى. ويمكن أن تكون الحفر الامتصاصية مكونة من الخرسانة أو الطوب النفاذ مع ملاحظة وجود مناطق مفتوحة مع التربة للسماح للمياه العادمة بالخروج إلى التربة المحيطة بحفرة الامتصاص. وفي مناطق متعددة من العالم يتم تجهيز الحفر الامتصاصية باستخدام الخرسانة مسبقة الصب، حيث يتم تجهيزها بمحيط دائري وأحجام مختلفة يصل كل من قطرها وعمقها في بعض الأحيان إلى عشرة أقدام.

ومن المهم أن نعلم أن تصميم الحفر الامتصاصية يعتمد على طبيعة التربة ونفاذيتها في الموقع، وبالتالي تعتبر المساحة الجانبية للحفرة الامتصاصية والتي تكون معرضة بشكل مباشر للتربة الأساس الأهم في عملية تصميم تلك الحفر الامتصاصية. حيث يتم إيجاد مساحة التلامس اللازمة بين التربة والحفرة الامتصاصية بناء على طبيعة التربة في موقع الحفرة الامتصاصية. ويتم تحديد ذلك من خلال فحص التخلل (Percolation Test) على التربة الموجودة في موقع الحفرة الامتصاصية. ويتم هذا الاختبار من خلال الخطوات التالية:

١- عمل حفرة بمساحة قدم مربعة وعمق يتراوح ما بين (18-24) انش. في موقع الحفرة الامتصاصية

٢- وضع مسطرة مدرجة داخل الحفرة وملء الحفرة بالماء على ارتفاع (12) انش.

٣- مراقبة مستوى الماء على المسطرة المدرجة وتسجيل الوقت اللازم لنزول مستوى الماء بمقدار (1) انش.

٤- استخدام الجدول (٤-١٨) لتحديد المساحة الجانبية لحفرة الامتصاص. حيث يبين كل من الوقت اللازم لنزول مستوى الماء بمقدار انش واحد، بالإضافة إلى مساحة الامتصاص الفعالة لكل (100) جالون من المياه العادمة لكل يوم واحد.

جدول(٤-١٨): مساحة الامتصاص الفعالة لكل ١٠٠ جالون في اليوم الواحد

الوقت اللازم لنزول مستوى الماء (١) انش	مساحة الامتصاص الفعالة بالقدم المربعة
1	32
2	40
3	45
5	56
10	75
15	96
20	108
25	139
30	167

٣٣٠	٦٠

ومن العوامل الأخرى المهمة في تصميم الحفر الامتصاصية هو معرفة كمية المياه العادمة الخارجة من المبنى. وتختلف هذه الكمية بناء على الطبيعة الوظيفية للمبنى من حيث مجالات الاستخدام وعدد السكان أو المستفيدين من المبنى. وتقدر كمية المياه العادمة الخارجة من المبنى بحسب معدل الاستهلاك الفردي للمياه خلال اليوم الواحد. وتختلف هذه الكمية من مكان لآخر ومن مجتمع لآخر. وتشير الدراسات أن معدل استهلاك الفرد في المدارس للمياه خلال يوم واحد في مجتمعاتنا يقدر ب (5) لتر لكل فرد في اليوم الواحد.

تصميم الحفرة الامتصاصية لمدرسة رابود الأساسية المختلطة:

الخطوة الأولى:

تحديد كمية المياه العادمة المتدفقة من المدرسة يوميا. حيث تضم مدرسة رابود الأساسية المختلطة (195) طالبا وطالبة بالإضافة إلى (17) موظفا. وبالتالي يكون عدد المستخدمين الكلي للمدرسة (212) شخص.

$$5\left(\frac{Liter}{Capita*day}\right)*212(Capita)=1060\left(\frac{Liter}{day}\right)$$

الخطوة الثانية:

إجراء اختبار التخلل (Percolation Test)، والحصول على النتائج. حيث لزم ما يقارب(٣٠) دقيقة لنزول مستوى الماء في حفرة الاختبار بمقدار انش واحد. وبالرجوع إلى الجدول يتبين لنا أننا بحاجة إلى مساحة امتصاص فعالة بمقدار(167) قدما مربعة. لامتصاص (100) جالون من المياه العادمة يوميا، وهو ما يعادل(378.5) لتر من المياه العادمة يوميا.

$$1060\left(\frac{Liter}{day}\right)\div 378.5\left(\frac{Liter}{day}\right)=2.8$$

$$2.8*167(sq.ft) = 467.6(sq.ft)$$

مساحة الامتصاص الفعالة 467.6 قدم مربع.= 43.5 متر مربع.

الخطوة الثالثة:

تحديد أبعاد الحفرة الامتصاصية بحيث توفر مساحة جانبية تساوي على الأقل مساحة الامتصاص الفعالة المحسوبة سابقا. فلو تم تحديد ارتفاع الحفرة ب (3) متر. يكون قطر الحفرة المطلوب:

$$D*\Omega*3.0 = 43.5$$

$$D = 43.5/3*\Omega = 4.6 \text{ m}$$

ارتفاع حفرة الامتصاص =3.0 م. **قطر حفرة الامتصاص = 4.6 م.**

(٤-٥) تحسين الظروف البيئية لمدرسة ذكور الشهيد أبو جهاد الثانوية

بناء على ما تقدم من المشاكل التي تواجه هذه المدرسة، وبعد القيام بتحليل هذه المشاكل ودراستها قمنا باقتراح جملة من الحلول وعمل التصميمات الكفيلة بتنفيذ هذه الحلول من أجل تحسين الظروف البيئية في هذه المدرسة. وقد تم القيام بما يلي:

١- تصميم الموقع العام لمدرسة ذكور الشهيد أبو جهاد الثانوية

٢- تصميم الوحدات الصحية التابعة لمدرسة ذكور الشهيد أبو جهاد الثانوية

٣- تصميم الحفرة الامتصاصية التابعة لمدرسة ذكور الشهيد أبو جهاد الثانوية

٤- تصميم محطة تنقية المياه العادمة الرمادية التابعة لمدرسة ذكور الشهيد أبو جهاد الثانوية

(٤-٥-١) تصميم الموقع العام لمدرسة ذكور الشهيد أبو جهاد الثانوية

بناء على ما تقدم من أسس ومبادئ، فقد تم تصميم الموقع العام التابع لمدرسة ذكور الشهيد أبو جهاد الثانوية، ويبين المخطط (A4-1) الوارد في ملحق المخططات التابعة للمشروع تصميم الموقع العام لهذه المدرسة.

(٤-٥-٢) تصميم الوحدات الصحية التابعة لمدرسة ذكور الشهيد أبو جهاد الثانوية

الخطوة الأولى:

عدد الطلاب الذكور يساوي (412) طالبا

عدد الطالبات يساوي (0) طالبة

الخطوة الثانية:

تحديد عدد المراحيض اللازمة لطلاب المدرسة الذكور باستخدام الجدول، حيث يظهر لنا أن كل (40) طالبا بحاجة إلى مرحاض واحد، ومن هنا كان عدد المراحيض اللازمة للذكور هو:

412 / 40 = 10.3 ≈ 10 W.C.

وبالتالي يجب عمل(١٠) مراحيض، بالإضافة إلى مرحاض آخر لذوي الاحتياجات الخاصة.

الخطوة الثالثة:

تحديد عدد المباول اللازمة في الوحدات الصحية الخاصة بالذكور، حيث يبين الجدول أن كل (٣٥) طالبا يحتاجون إلى مبولة واحدة. وبالتالي يكون عدد المباول اللازمة للطلاب هو:

$$412 / 35 = 11.8 \approx 12$$

وبالتاي فإننا نحتاج إلى (12) مبولة للطلاب في الوحدات الصحية الخاصة بهم.

الخطوة الرابعة:

إيجاد عدد المغاسل اللازمة داخل الوحدات الصحية الخاصة بالطلاب. حيث يبين الجدول أن مغسلة واحدة تلزم لكل (40) طالبا، وبالتالي يكون عدد المغاسل اللازمة داخل الوحدات الصحية الخاصة بالطلاب هو:

$$412 / 40 = 10.3 \approx 10$$

وبالتاي فإننا نحتاج إلى (10) مغاسل للطلاب في الوحدات الصحية الخاصة بهم. بالإضافة إلى مغسلة خاصة بذوي الاحتياجات الخاصة.

الخطوة الخامسة:

تلخيص النتائج في جدول يبين الكميات المحسوبة من الخطوات السابقة.

جدول(٤-١٩): عدد القطع الصحية اللازمة في مدرسة ذكور الشهيد أبو جهاد الثانوية

مدرسة ذكور الشهيد ابو جهاد الثانوية		
	الطلاب	الطالبات
العدد	412	-
عدد المراحيض	10+1	-
عدد المباول	12	-
عدد المغاسل	10+1	-

وتبين المخططات (A4-2) و (A4-3) تصميم الوحدات الصحية في مدرسة ذكور الشهيد أبو جهاد الثانوية.

(٤-٥-٣) تصميم الحفرة الامتصاصية التابعة لمدرسة ذكور الشهيد أبو جهاد الثانوية

من المهم ملاحظته وجود محطة لتنقية المياه العادمة الرمادية في هذه المدرسة. وبالتالي فإن الحفرة الامتصاصية يجب أن تكون مصممة لاستيعاب كميات المياه العادمة السوداء فقط والتي تبلغ نسبتها ما يقارب (35%) من معدل الاستهلاك الفردي. أي انها تساوي (1.75) لترا لكل فرد خلال اليوم الواحد.

الخطوة الأولى:

تحديد كمية المياه العادمة المتدفقة من المدرسة يوميا. حيث تضم مدرسة ذكور الشهيد أبو جهاد الثانوية (412) طالبا وطالبة بالإضافة إلى (32) موظفا. وبالتالي يكون عدد المستخدمين الكلي للمدرسة (444).

$$1.75\left(\frac{Liter}{Capita*day}\right)*444(Capita)=777\left(\frac{Liter}{day}\right)$$

الخطوة الثانية:

إجراء اختبار التخلل (Percolation Test)، والحصول على النتائج. حيث لزم ما يقارب (30) دقيقة لنزول مستوى الماء في حفرة الاختبار بمقدار انش واحد. وبالرجوع إلى الجدول يتبين لنا أننا بحاجة إلى مساحة امتصاص فعالة بمقدار (١٦٧) قدما مربعة. لامتصاص (100) جالون من المياه العادمة يوميا، وهو ما يعادل(378.5) لتر من المياه العادمة يوميا.

$$777\left(\frac{Liter}{day}\right)\div 378.5\left(\frac{Liter}{day}\right)=2.05$$

$$2.05*167(sq.ft)=342.35(sq.ft)$$

مساحة الامتصاص الفعالة = 342.35 قدم مربع =٣١.٨ متر مربع.

الخطوة الثالثة:

تحديد أبعاد الحفرة الامتصاصية بحيث توفر مساحة جانبية تساوي على الأقل مساحة الامتصاص الفعالة المحسوبة سابقا. فلو تم تحديد ارتفاع الحفرة ب(3) متر. يكون قطر الحفرة المطلوب:

$$D*\Omega*3.0 = 31.8$$

$$D = 31.8/3*\Omega = 3.38$$

$$D = 3.5\ m$$

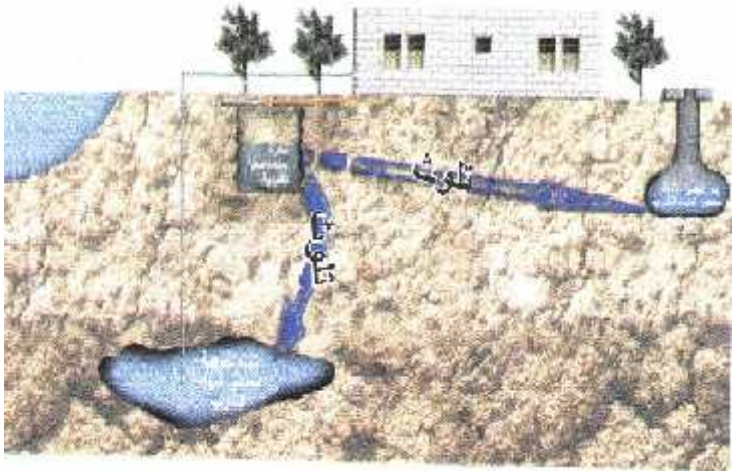
ارتفاع حفرة الامتصاص = 3.0 م قطر حفرة الامتصاص = 3.5 م.

(٤-٥-٤) تصميم محطة تنقية المياه العادمة الرمادية التابعة لمدرسة ذكور الشهيد أبو جهاد

من المعروف أن هناك نسبة عالية من السكان غير الموصولين بشبكات الصرف الصحي، حيث يتخلص هؤلاء السكان من المياه العادمة عن طريق الحفر الامتصاصية. ولا يخفى على أحد ما تتسبب به الحفر الامتصاصية من تلويث للمياه الجوفية نتيجة لتسرب المياه العادمة من الحفر الامتصاصية إلى هذه المياه.

وبعد فترة تطول أو تقصر تصبح هذه الحفر الامتصاصية غير قادرة على تصريف كل المياه العادمة من خلال التربة أو الصخور المحيطة بالحفرة الامتصاصية، وينتج عن ذلك مشكلة لا تقل صعوبة عن مشكلة التلوث. وتتمثل هذه المشكلة بالتكلفة الباهظة لعملية نضخ المياه من هذه الحفر. كما ينتج عن عملية طرح المياه المنضوحة في الأودية والأراضي الزراعية وبالقرب من التجمعات السكنية مشاكل صحية كبيرة للسكان في هذه التجمعات السكانية. ويوضح الشكل (٤-٢١) التأثير السلبي للحفر الامتصاصية على المياه الجوفية.

ومن أجل التقليل من حجم المشكلة، كان لا بد من إيجاد الوسائل الكفيلة بحلها، من خلال تصميم و تطوير محطات لتنقية المياه العادمة الرمادية ومعالجتها بغرض إعادة استخدامها في العمليات الزراعية.



الشكل(٤-٢٢): تأثير الحفر الامتصاصية على المياه الجوفية

أجزاء محطة التنقية لمعالجة المياه العادمة الرمادية:

١- منهل الإدخال:

عبارة عن منهل صغير (40*40*40) سم. يحتوي على شبك ذو فتحات (1) سم^2. يستعمل لتجميع المياه العادمة الرمادية من الأنابيب المختلفة. ويستعمل أيضا لمنع مرور الكتل الكبيرة التي قد تدخل أنابيب الصرف إلى محطة التنقية.ويبين الشكل (٤-٢٢) التالي منهل الإدخال مع الشبك.

الشكل(٤-٢٣): منهل الإدخال

٢- الأحواض:

الحوض الأول:

حوض الترسيب والتخمير(Septic Tank)، وتتم فيه عملية فصل الدهون وترسيب المواد الصلبة وتحلل بعض الملوثات العضوية والكيماوية بواسطة البكتيريا العائمة في هذا الحوض. ومن الجدير بالذكر أن المياه العادمة الرمادية تستقر في هذا الحوض لمدة يومين قبل انتقالها إلى الحوض الثاني.

الحوض الثاني:

فلتر حجري يحتوي على حجارة جوزية صلبة ذات قطر من 2 إلى 3 سم. يحصل في هذا الحوض جزء من تحلل الملوثات العالقة والذائبة في المياه العادمة الرمادية بواسطة البكتيريا الملتصقة على أسطح الحجارة. يتلقى هذا الحوض المياه من الحوض الأول بواسطة نظام أنابيب يكون أسفل الحجارة في قاع الحوض والذي يضمن توزيع مناسب لهذه المياه على أسطح الحجارة في هذا الفلتر الحجري.

الحوض الثالث:

فلتر حجري يحتوي على حجارة فولية صلبة ذات قطر من 0.5 إلى 1 سم . يتحلل في هذا الحوض الجزء المتبقي من الملوثات، حيث تنساب المياه إليه من الحوض الثاني بواسطة نظام أنابيب كما هو الحال في الحوض الثاني من الأسفل إلى الأعلى. وهذه العملية تضمن حدوث معالجة لا هوائية للمياه العادمة الرمادية في الأحواض الثلاثة سابقة الذكر.

الحوض الرابع:

يستعمل هذا الحوض لتجميع المياه المعالجة التي تنقل إلى المرحلة التالية بواسطة مضخة كهربائية. وتتميز هذه المياه بخلوها من الأكسجين المذاب واحتوائها على بقايا مواد متحللة وبكتيريا زائدة أخرى ميتة.

٣- نظام التخلص من الغازات:

تخرج الغازات الناتجة عن نشاط البكتيريا في الأحواض لتخرج إلى الهواء بواسطة نظام أنابيب يجمع هـذه الغازات ويوجهها إلى خارج المحطة. كما يحافظ هذا النظام على ضغط جوي متوازن بين داخـل المحطـة والمحيط الخارجي.

٤- المضخة الكهربائية:

يتم تركيب مضخة في الحوض الرابع لرفع المياه المعالجة منه إلى سطح خزان الفلتر الهوائي. ويجدر القول أنه يجدر اختيار مضخة مناسبة، وهذا يعتمد على بعد وارتفاع الموقع المراد نقل المياه إليه. ولكن في جميـع الأحوال فإن مضخة ذات قدرة (3/4) حصان تفي بالغرض.

٥- خزان الفلتر الهوائي:

يهدف وجود هذا الفلتر إلى تصفية المياه المعالجة في الحوض الرابع من الشوائب العالقة التي قد تسبب إغلاق فتحات الري بالتنقيط إن وصلت إليه. كما يهدف إلى إضافة نسبة من الأكسجين إلى هذه المياه. ويتكون هذا الفلتر من ثلاثة طبقات يفصلها عن بعضها طبقة من الخيش، وهذه الطبقات من الأعلى إلى الأسفل هي: طبقة رمل سمكها 20 سم، تليها طبقة فحم سمكها 20 سم، وأخيرا طبقة حصمة سمكها 20 سـم. وتحـت طبقـة الحصمة يتم تركيب ماسورة مخرمة لتجميع المياه التي تمر من خلال هذه الطبقة وتنقلها إلى خزان التجميع. ويستعمل في صنع هذا الفلتر خزان بلاستيك تتراوح سعته من 0.5 إلى 1 مترا مكعبا بحسب كميـة الميـاه المعالجة.

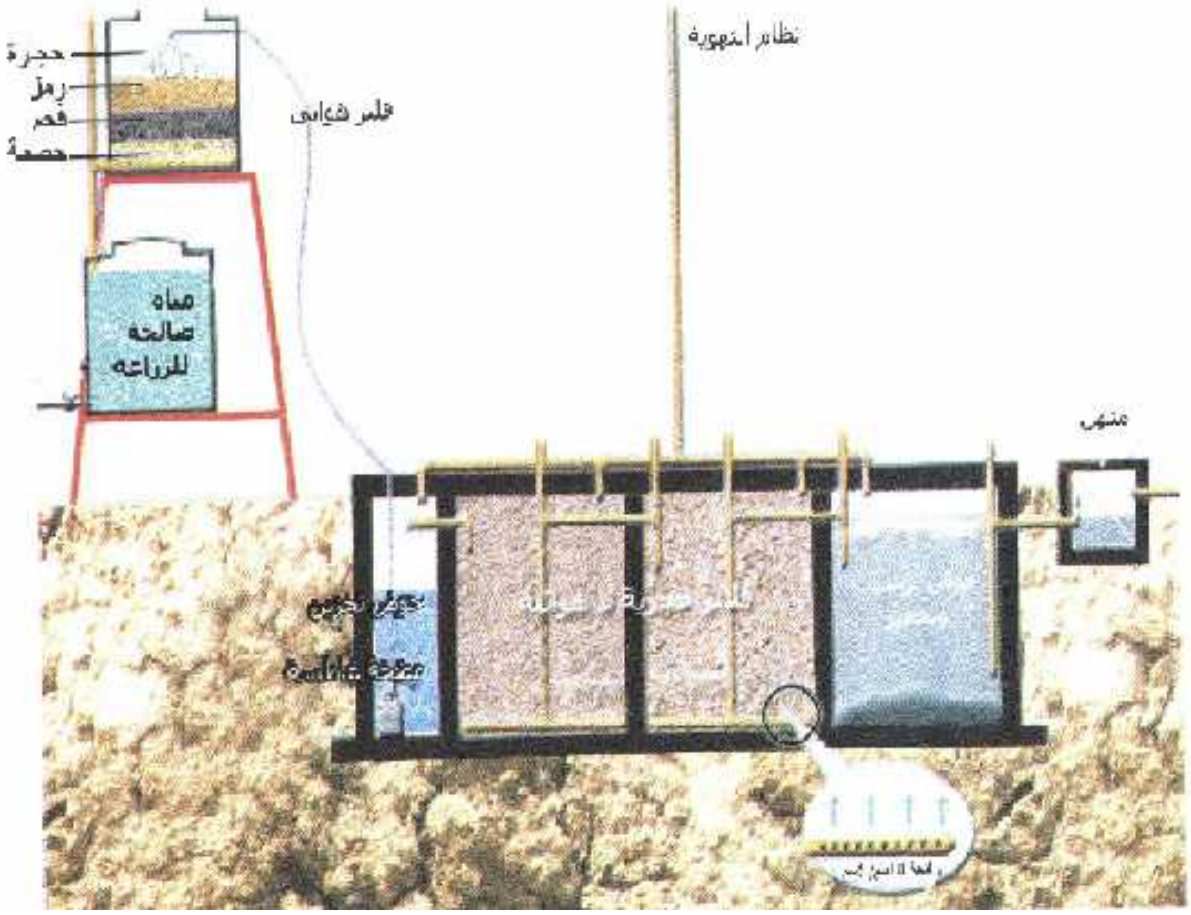
٦- خزان تجميع مياه الري:

تنتقل المياه المعالجة من الفلتر الهوائي إلى هذا الخزان بواسطة الجاذبية الأرضية. وتكون الميـاه المعالجـة جاهزة للاستعمال بواسطة نظام الري. وتعتمد سعة هذا الخزان على حجم المياه المعالجـة وتكـرار عمليـة الري. ولكن خزان بلاستيك سعة 0.5 إلى 1 متر مكعب يفي بالغرض.

٧- نظام الري:

تنتقل المياه المعالجة من خزان التجميع إلى المزروعات (التي تؤكل بعد طبخها والأشـجار). ويـتم نقلهـا بواسطة نظام ري بالتنقيط

ويبين الشكل(٤-٢٣) الشكل العام للمحطة موضحا الأجزاء المختلفة لها.



الشكل (٤-٢٤) أجزاء محطة تنقية المياه العادمة الرمادية

خطوات تنفيذ بناء محطة تنقية المياه العادمة:

١- فصل المياه العادمة الرمادية عن المياه العادمة السوداء:

بما أن محطة التنقية مخصصة لمعالجة المياه العادمة الرمادية فقط، فإنه يجب فصل الأنابيب التي تجري بها المياه العادمة الرمادية من المطبخ والغسالة والمغاسل والدش وغيرها عن الأنابيب التي تجري بها المياه العادمة السوداء من المراحيض. وهذا الفصل ضروري من أجل منع كميات هائلة من الجراثيم البرازية من

الوصول إلى محطة التنقية وتوجيهها نحو حفرة امتصاصية مناسبة. ويوضح الشكل (٤-٢٤) آلية الفصل بين المياه العادمة الرمادية والسوداء.

الشكل (٤-٢٥) : آلية الفصل بين المياه العادمة الرمادية والسوداء

٢- اختيار المكان المناسب:

يجب اختيار مكان مناسب للمحطة بحيث تنساب المياه العادمة الرمادية إلى المحطة بواسطة الجاذبية الأرضية.

٣- أشغال الحفر والطمم:

تتم عملية الحفر يدويا أو بواسطة آلة من أجل تسهيل عملية البناء، وبعد الانتهاء من عملية البناء يتم استعمال أجزاء من الطمم لتسوية الأرض والمحطة. ويتم ترحيل الطمم المتبقي إلى مكان مناسب.

٤- تحضير أرضية المحطة:

يتم تنظيف أرضية المحطة وتسويتها وتجهيزها للبناء. وتكون هذه الأرضية صلبة بما فيه الكفاية لتثبيت المحطة في مكانها ومنع حركتها في المستقبل والتي قد تسبب حدوث تشققات في هيكل المحطة وبالتالي حدوث تسريب للمياه منها مما يلغي الفائدة المرجوة من المحطة.

٥- أعمال البناء الإنشائية:

تتم أعمال بناء محطة التنقية باستخدام مواد البناء المتعارف عليها من الاسمنت والحديد والطوب. حيث يستخدم الباطون الجاهز، كما يمكن خلط الاسمنت في الموقع. أما بالنسبة للحديد فمن المهم التأكد أن كل أجزاء الحديد مغطاة بطبقة من الاسمنت لا يقل سمكها عن 2.5 سم، وذلك لمنع تآكل الحديد بسبب وصول المياه العادم إليه. أما بالنسبة للطوب فإنه يستخدم لبناء قواطع تقسم المحطة إلى أربعة أحواض، مع مراعاة تركيب الأنابيب التي تخترق الطوب أثناء عملية البناء، وذلك لتجنب تكسير الطوب أثناء تركيب تلك الأنابيب.

٦- أعمال تمديد الأنابيب الداخلية:

أولا: تمديد مواسير بلاستيك (2) انش:

حيث يتم تمديد مواسير بلاستيك (2) انش داخل المحطة وتثبيتها تماما. ويجب ضمان مرور المياه العادمة في المسارات المحددة لها من خلال اختيار الوصلات المناسبة. وذلك لضمان حدوث المعالجة المرجوة لتلك المياه.

ثانيا: تمديد مواسير نظام التوزيع (2) انش مخرمة:

بعد إتمام أعمال القصارة، يتم تثبيت نظام التوزيع الأرضي (المواسير المثقبة) . حيث تكون هذه المواسير من البلاستيك بقطر (2) انش مخرمة بثقوب قطرها يتراوح بين (0.8-1.0) سم كل 5 سم من الجهتين. وذلك

لضمان حصول توزيع منتظم للمياه على وسط الفلاتر وضمان وقت اتصال كافي بين البكتيريا والملوثات المحمولة في المياه العادمة الرمادية من أجل حصول معالجة كافية لهذه المياه. ومن الجدير بالذكر أن عملية تثبيت نظام التوزيع يجب أن تتم بعد عملية القصارة لتفادي تكسيرها أو إغلاق فتحاتها أثناء عملية القصارة، بالإضافة إلى تسهيل عملية القصارة.

٧- أعمال القصارة للمحطة:

بعد إتمام بناء المحطة باستثناء السقف، وإتمام بناء فواصل الطوب و تركيب المواسير التي تخترق الجدران والقواطع يتم قصارة كامل الجدران الداخلية وفواصل الطوب. أما المواسير المثقبة (نظام توزيع المياه العادمة على الفلاتر) فيتم تركيبها بعد انتهاء أعمال القصارة.

٨- أعمال الفلاتر الحجرية:

يتكون الوسط الذي تنمو عليه البكتيريا من الحجارة. ولكي تفي هذه الحجارة بالغرض المنشود يجب أن تكون صلبة. وتعتبر حجارة الأودية و السيول مناسبة لتكون وسط تعيش عليه البكتيريا في الفلاتر الحجرية. وتتم عملية تعبئة الأحواض الخاصة بالفلاتر الحجرية على النحو التالي:

أولا: تعبئة الحوض الثاني بحجارة صلبة جوزية:

حيث يعبأ الحوض الثاني بحجارة (جوزية) صلبة متوسط قطرها (2.5) سم بشكل حذر بحيث لا يؤثر على وضع المواسير بتكسيرها أو انحرافها من مكانها. ويجب أن تكون الحجارة صلبة وخالية من الغبار والأتربة أو أي شوائب أخرى. وإذا وجدت فيجب غسلها بالماء قبل وضعها في الحوض الخاص بها.

ثانيا: تعبئة الحوض الثالث بحجارة صلبة فولية:

يعبأ الحوض الثالث بحجارة صلبة فولية متوسط قطرها (0.7) سم بشكل حذر بحيث لا يؤثر على وضع المواسير. ويجب أن تكون الحجارة صلبة وخالية من الشوائب والغبار والأتربة.

٩- سقف المحطة وتمديدات نظام التهوية:

يتم عمل سقف المحطة مع الحذر من تسرب الاسمنت إلى داخلها وبالتالي إغلاق الفتحات البينية في الفلاتر الحجرية أو فتحات المواسير. ويتم أثناء عملية سقف المحطة التأسيس لفتحات المداخل إلى أحواض المحطة وفتحات مواسير نظام التهوية. بالإضافة إلى فتحات أنابيب المضخة وأسلاكها الكهربائية.

١٠- تركيب أبواب (أغطية) لفتحات المحطة:

خلال عملية سقف المحطة يتم التأسيس لأربع فتحات (فتحة لكل حوض بقطر 50 سم). وتكون الفتحات دائرية ويستخدم في تغطيتها أغطية اسمنتية مناسبة (أغطية مناهل). بحيث تكون مغلقة إغلاقا محكما يمنع دخول الحشرات أو خروج الغازات من خلالها.

١١- تجميع أنابيب المياه العادمة الرمادية في منهل إدخال مع شبك معدني:

منهل المدخل هو عبارة عن المكان الذي تمر من خلاله المياه العادمة الرمادية من المصدر إلى المحطة. ويجب تركيب شبك حديد أو بلاستيك ذو فتحات (1) سم^2. حيث يعمل الشبك على حجز القطع الكبيرة التي تصل من خلال المواسير إلى المنهل. ويعتبر هذا المنهل مهما جدا لحماية المحطة.

١٢- تركيب المضخة:

يتم تركيب مضخة قدرتها (0.8) حصان. لتنقل الماء المعالج من الحوض الرابع في المحطة إلى الفلتر الهوائي بواسطة بربيج بلاستيكي (3/4) انش.

١٣- أعمال الفلتر الهوائي:

أولا: خزان البلاستيك: خزان بلاستيك بحجم(1) متر مكعب. يستخدم كفلتر هوائي

ثانيا: طبقة الحصمة: يتم وضع طبقة من الحصمة الفولية سمكها (20) سم. فوق الماسورة المثقبة في قاع الخزان، وتغطى هذه الطبقة بكيس خيش. وتعتبر طبقة الخيش ضرورية لفصل هذه الطبقة عن الطبقة التي تليها ومنعها من الاختلاط.

ثالثا : طبقة الفحم: يتم وضع طبقة من الفحم العادي سمكها (10-15) سم. فوق طبقة الحصمة. ويتم تغطية هذه الطبقة بكيس خيش أيضا.

رابعا : طبقة رمل: يتم وضع طبقة رمل ناعم سمكها (20) سم فوق طبقة الفحم. ومن ثم يتم تغطية طبقة الرمل ويوضع فوقها كمية من الحجارة على شكل كومة من أجل بعثرة المياه التي تم ضخها من الحوض الرابع.

خامسا : طبقة حجارة جوزية: توضع هذه الطبقة فوق طبقة الرمل بشكل عشوائي.

١٤- خزان بلاستيك التوزيع:

خزان بلاستيك تبلغ سعته (1) متر مكعب. يجمع المياه المعالجة، ومنه تتوزع هذه المياه المعالجة لري المزروعات من خلال شبكة الري. ويجب التأكد من عدم تسريب كل من المواسير والخزان للمياه.

١٥- حمالة معدنية:

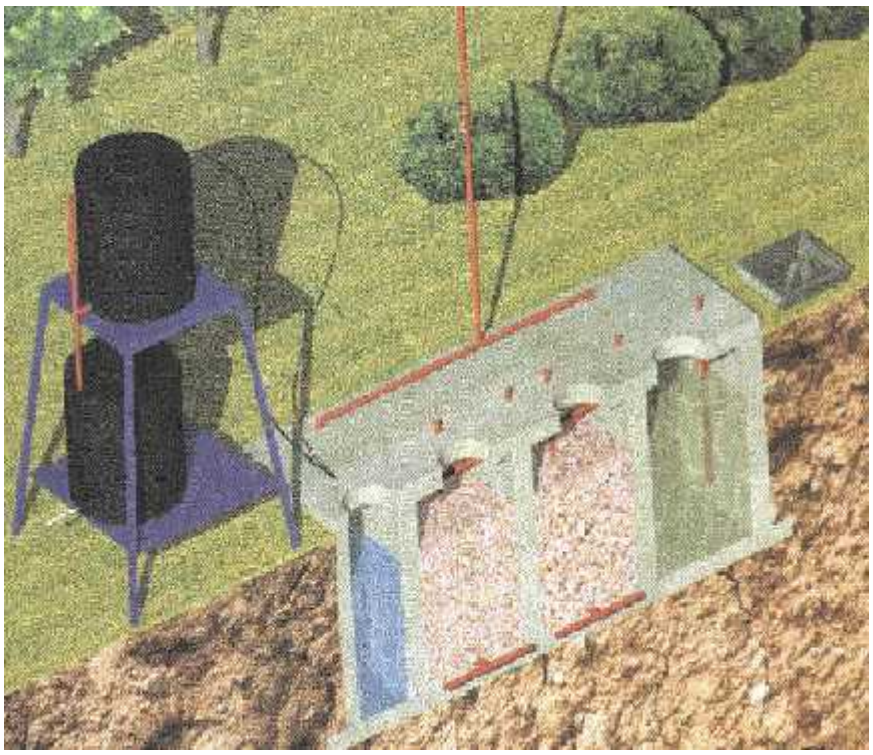
حمالة حديدية يوضع عليها خزان الفلتر الهوائي وتحته خزان المياه المعالجة.

١٦- نظام ري:

حيث يتم وصل المياه المعالجة بنظام للري ، وبالتالي تكون المحطة قامت بالدور الذي صممت لأجله.

ومن المهم معرفته أنه ومن الضروري القيام بفحص المحطة ومراقبتها باستمرار للتأكد من سلامتها وخلوها من العيوب. وتتم مراقبة المحطة لفترة شهر بعد تشغيلها للتأكد من سلامة بنائها.

ويبين الشكل (٤-٢٥) مقطعا عموديا في محطة التنقية، موضحا كلا من الأنابيب والأحواض والحجارة.



الشكل(٤-٢٦): مقطع عمودي في محطة تنقية المياه العادمة الرمادية

تصميم محطة تنقية المياه الرمادية لمدرسة ذكور الشهيد أبو جهاد الثانوية:

تمتاز مدرسة ذكور الشهيد أبو جهاد الثانوية عن غيرها من المدارس من خلال انتشار الأشجار والمزروعات على مقربة من المدرسة. وذلك يستدعي العمل على إيجاد مصدر من شـــأنه أن يـــوفر الميـــاه لـــري تلـــك المزروعات. وتعتبر محطة تنقية المياه الرمادية تلك الوسيلة التي من شأنها أن توفر مياه الري، بالإضافة إلى تقليل الآثار السلبية لاستخدام الحفر الامتصاصية.

ومن المهم معرفته أن تلك المحطات متخصصة بمعالجة المياه العادمة الرمادية فقط. وهي غير مؤهلة لمعالجة المياه العادمة السوداء. وتشكل المياه الرمادية ما نسبته (65%) من معدل استهلاك الفرد اليومي للمياه. ومن هنا يتوجب علنا معرفة كمية المياه المستهلكة من قبل الفرد ، ومن ثم تقدير كمية المياه العادمة الرمادية الناتجة عن ذلك الاستخدام. وتشير العديد من الدراسات والأبحاث أن معدل الاستهلاك الفردي للمياه من قبل طلاب المدارس يقدر ب(5) لتر لكل طالب يوميا.

أما بالنسبة لتصميم محطة تنقية المياه العادمة الرمادية في مدرسة ذكور الشهيد أبو جهاد فإنها تتم عبر الخطوات التالية:

الخطوة الأولى:

تحديد عدد المستفيدين من المحطة وهم كل من الطلاب والمدرسين في المدرسة. حيث يبلغ عدد الطلاب (412) طالبا، بالإضافة إلى (32) مدرسا. وبالتالي يكون العدد الكلي (444) شخصا.

الخطوة الثانية:

تحديد كمية المياه المستهلكة في المدرسة خلال اليوم. وكمية المياه الرمادية الناتجة من هذا الاستهلاك.

$$444(person)*5\left(\frac{liters}{person.day}\right)=2220liter/day$$

$$2220\left(\frac{liter}{day}\right)*65\%=1443\left(\frac{liter}{day}\right)\approx 1.5m^3/day$$

الخطوة الثالثة:

تحديد حجم كل خزان بالإضافة إلى أبعاد المحطة بالاعتماد على كمية المياه العادمة الرمادية الناتجة ومدة مكوثها في كل جزء من أجزاء المحطة. ويبين الجدول (٤-٢٠) أهم المعطيات والنتائج لتصميم هذه المحطة.

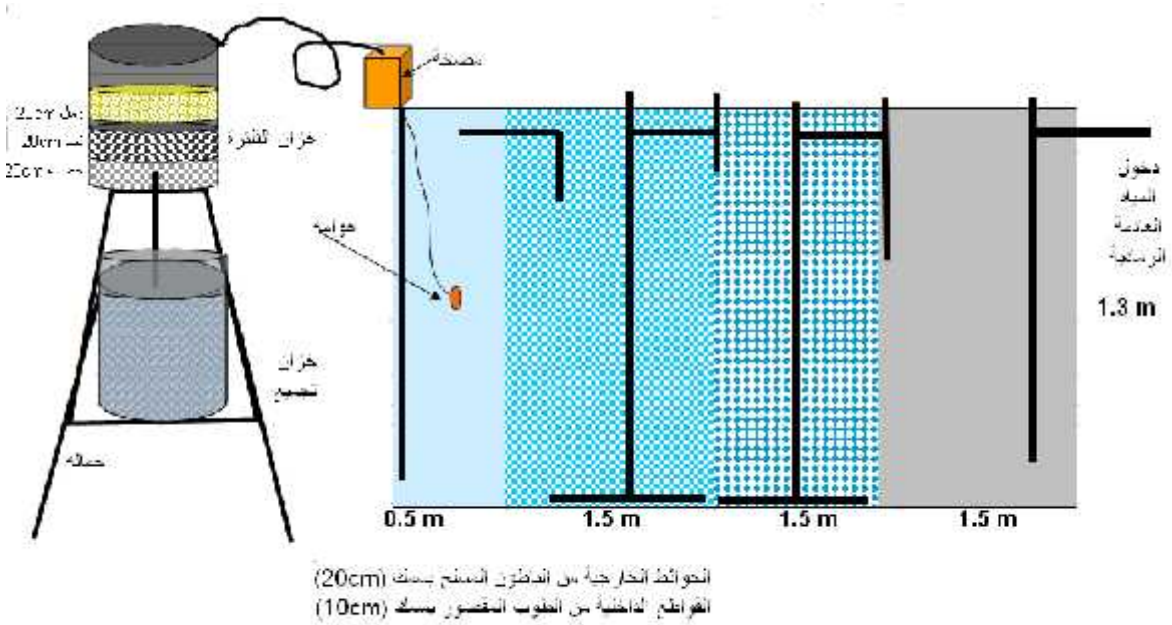
جدول (٤-٢٠) : تصميم محطة تنقية المياه العادمة الرمادية

اسم المدرسة	مدرسة ذكور الشهيد أبو جهاد الثانوية
عدد الطلاب والمدرسين	444
كمية المياه العادمة الرمادية	1.5 m^3/day
ارتفاع المحطة	1.3 m
عرض المحطة	1.5 m
طول المحطة	5.0 m

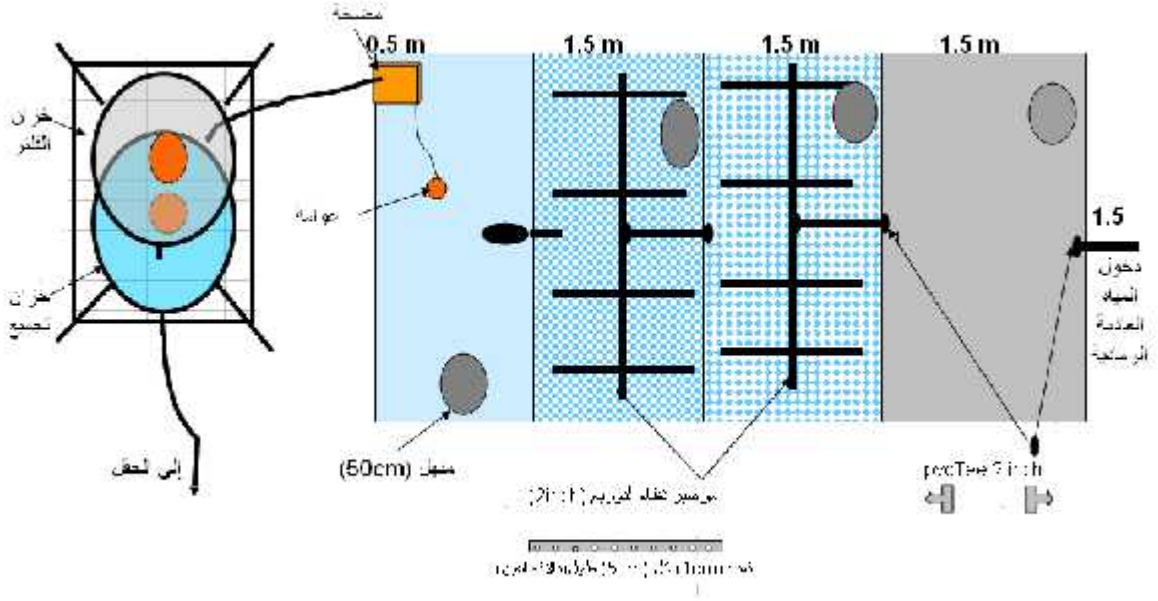
ويبين الشكل(٤-٢٦) مسقطا جانبيا لمحطة تنقية المياه الرمادية في مدرسة ذكور الشهيد أبو جهاد الثانويـــة.

كما يبين الشكل (٤-٢٧) مسقطا علويا لنفس المحطة.

ويبين المخطط (M4-1) المرفق بالمشروع تصميم محطة تنقية المياه العادمة الرمادية في مدرسة ذكور الشهيد أبو جهاد.



الشكل(٤-٢٧): مسقط جانبي لمحطة تنقية المياه العادمة الرمادية



الشكل(٤-٢٨): مسقط علوي لمحطة تنقية المياه العادمة الرمادية

(٤-٦) تحسين الظروف البيئية لمدرسة أبو العرقان الأساسية

بناء على ما تقدم من المشاكل التي تواجه هذه المدرسة، وبعد القيام بتحليل هذه المشاكل ودراستها قمنا باقتراح جملة من الحلول وعمل التصميمات الكفيلة بتنفيذ هذه الحلول من أجل تحسين الظروف البيئية في هذه المدرسة. وقد تم القيام بما يلي:

١- تصميم الموقع العام لمدرسة أبو العرقان الأساسية.

٢- تصميم الوحدات الصحية التابعة لمدرسة أبو العرقان الأساسية.

٣- تصميم الحفرة الامتصاصية التابعة لمدرسة أبو العرقان الأساسية.

(٤-٦-١) تصميم الموقع العام لمدرسة أبو العرقان الأساسية

بناء على ما تقدم من أسس ومبادئ، فقد تم تصميم الموقع العام التابع لمدرسة أبو العرقان الأساسية، ويبين المخطط (A5-1) الوارد في ملحق المخططات التابعة للمشروع تصميم الموقع العام لهذه المدرسة.

(٤-٦-٢) تصميم الوحدات الصحية التابعة لمدرسة أبو العرقان الأساسية

الخطوة الأولى:

عدد الطلاب الذكور يساوي (76) طالبا

عدد الطالبات يساوي (0) طالبة

الخطوة الثانية:

تحديد عدد المراحيض اللازمة لطلاب المدرسة الذكور باستخدام الجدول، حيث يظهر لنا أن كل (40) طالبا بحاجة إلى مرحاض واحد، ومن هنا كان عدد المراحيض اللازمة للذكور هو:

$$76 / 40 = 1.9 \approx 2 \text{ W.C.}$$

وبالتالي يجب عمل مرحاضين اثنين، بالإضافة إلى مرحاض ثالث لذوي الاحتياجات الخاصة.

الخطوة الثالثة:

تحديد عدد المباول اللازمة في الوحدات الصحية الخاصة بالذكور، حيث يبين الجدول أن كل (٣٥) طالبا يحتاجون إلى مبولة واحدة. وبالتالي يكون عدد المباول اللازمة للطلاب هو:

$$76 / 35 = 2.2 \approx 3$$

وبالتاي فإننا نحتاج إلى (3) مباول للطلاب في الوحدات الصحية الخاصة بهم.

الخطوة الرابعة:

إيجاد عدد المغاسل اللازمة داخل الوحدات الصحية الخاصة بالطلاب. حيث يبين الجدول أن مغسلة واحدة تلزم لكل (40) طالبا، وبالتالي يكون عدد المغاسل اللازمة داخل الوحدات الصحية الخاصة بالطلاب هو:

$$76 / 40 = 1.9 \approx 2$$

وبالتاي فإننا نحتاج إلى مغسلتين اثنتين للطلاب في الوحدات الصحية الخاصة بهم. بالإضافة إلى مغسلة ثالثة خاصة بذوي الاحتياجات الخاصة.

الخطوة الخامسة:

تلخيص النتائج في جدول يبين الكميات المحسوبة من الخطوات السابقة.

جدول(٤- ٢١): عدد القطع الصحية اللازمة في مدرسة أبو العرقان الأساسية

مدرسة أبو العرقان الأساسية		
	الطلاب	الطالبات
العدد	76	-
عدد المراحيض	2+1	-
عدد المباول	3	-
عدد المغاسل	2+1	-

وتبين المخططات (A5-2) و (A5-3) تصميم الوحدات الصحية في مدرسة أبو العرقان الأساسية.

(٤-٦-٣) تصميم الحفرة الامتصاصية التابعة لمدرسة أبو العرقان الأساسية

الخطوة الأولى:

تحديد كمية المياه العادمة المتدفقة من المدرسة يوميا. حيث تضم مدرسة أبو العرقان الأساسية (76) طالبا وطالبة بالإضافة إلى (11) موظفا. وبالتالي يكون عدد المستخدمين الكلي للمدرسة (87).

$$5\left(\frac{Liter}{Capita*day}\right)*87(Capita)=435\left(\frac{Liter}{day}\right)$$

الخطوة الثانية:

إجراء اختبار التخلل (Percolation Test)، والحصول على النتائج. حيث لزم ما يقارب (30) دقيقة لنزول مستوى الماء في حفرة الاختبار بمقدار انش واحد. وبالرجوع إلى الجدول يتبين لنا أننا بحاجة إلى مساحة امتصاص فعالة بمقدار(167) قدما مربعة. لامتصاص (100) جالون من المياه العادمة يوميا، وهو ما يعادل(378.5) لتر من المياه العادمة يوميا.

$$435\left(\frac{Liter}{day}\right)\div 378.5\left(\frac{Liter}{day}\right)=1.15$$

$$1.15*167(sq.ft)=192.05(sq.ft)$$

مساحة الامتصاص الفعالة = ١٩٢.٠٥ قدم مربع = ١٧.٨٤ متر مربع.

الخطوة الثالثة:

تحديد أبعاد الحفرة الامتصاصية بحيث توفر مساحة جانبية تساوي على الأقل مساحة الامتصاص الفعالة المحسوبة سابقا. فلو تم تحديد ارتفاع الحفرة ب(2) متر. يكون قطر الحفرة المطلوب:

$$D*\Omega*2 = 17.84$$

$$D = 17.84/2\Omega = 2.84$$

D = 3.0 m

ارتفاع حفرة الامتصاص = ٢.٠ م قطر حفرة الامتصاص = ٣.٠ م.