الأرصفة البحرية

تعريف الرصيف :

هو مجمع المنشآت والتجهيزات والمعدات المتكاملة تقنيا والمرتبطة ببعضها التي تؤمن تخديم السفن وتحميلها وتفريغها ، وتعتبر المنشاء الهيتروتكنيكية الرصيفية (الجدار الرصيفي) أهم جزء ، حيث أنها تؤمن وقوف السفينة بجوار الشاطئ أو ربطها إليه وتعليمها وتخديمها بكل ما يلزم أثناء قياسها بأعمال تحميل وتفريغ البضائع والركاب أو الإنشاء والصيانة.

وتنشأ الأرصفة المتخصصة في المرفأ تبعاً لقدرة تصريف ونوع الحمولات التي تمر به ونميز الأنواع الثانية من الأرصفة المتخصصة :

1 - أرصفة البضائع العامة :

يتم شحن وتفريغ البضائع بواسطة سفن صغيرة خاصة تسمى الوحدات العائمة ذلك عندما تكون السفن راسية بعيدا نوعا ما عن الرصيف الداخلي وعندما تكون السفن راسية بجوار الرصيف الداخلي يتم تفريغ البضائع فوق الساحة الأرضية المجاورة للأرصفة ، ثم يصبح نقل جزء منها أو شحنه ويخزن الباقي بصفة مؤقتة في مخازن مجاورة ، وتسمى سقائف العبور ، أو في مساحات مكشوفة خلف الأرصفة وتستعمل الساحات المكشوفة لأنواع من البضائع مثل الات وما يماثلها .

وكما يعطى لهذه الساحات ميول طويلة و عريضة في اتجاه المصارف الموزعة بشكل منتظم إما على الجوانب وإما في منتصف الساحة .

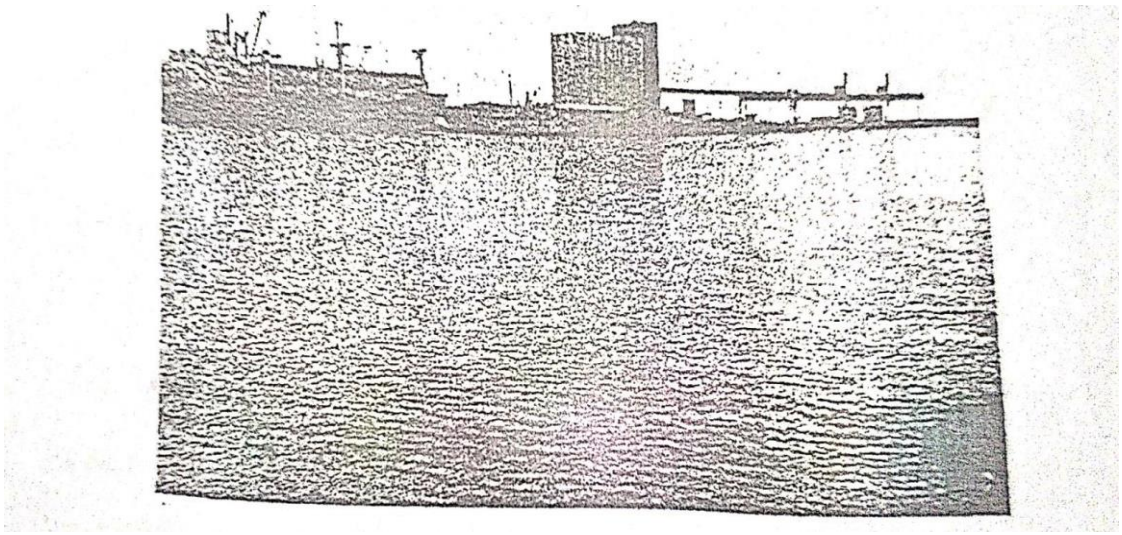
توضع هذه المصارف بشكل لا تتجمع على سطح الساحة مياه الأمطار ولا مياه الغسيل ، وهذه المصارف تتقاطع مع بعضها في حفر خاصة أو ما يسمى بحفرة تفتيش ، وتحسب أقطار هذه المصارف حسب الميول المعطاء المصرف وحسب الغزارة المارة به .

2-حمولات الدوكمة :

أنواع خاصة من حمولات الدوكمة مثل (الحبوب ، الإسمنت غير المعبأ ، .. الخ) ،

فإنه يلزم أن يتم الشحن أو التفريغ من أو إلى صوامع نتشا لتخزين هذه النوعية من الحمولات

على أن تكون هذه الصوامع أقرب ما يمكن من الأرصفة ، الشكل ادناه .



3-الحاويات :

إن الأرصفة المخصصة لشحن وتفريغ الحاويات تسمى أرصفة الحاويات ، وهي نوع من الأرصفة تضاف إلى الأرصفة العادية المعروفة .

ويجب مراعاة الأمور التالية عند تخطيط الأرصفة اللازمة لشحن وتفريغ صناديق الحاويات :

- أن تكون المساحة الأرضية المجاورة للرصيف بالاتساع الكافي .
- تستخدم الخطوط الحديدية والبساط المتحرك في نقل الصناديق من وإلى ساحة التخزين مما يلزم استخدام مساحة كافية للتشغيل.
- المباني المطلوبة ذات مساحة أقل منها في الأرصفة العادية ، وتشمل هذه المباني الورش اللازمة الصيانة ومبنى الإدارة وغيرها .
- يفضل أن تكون أرصفة الحاويات موازية للشاطئ .

4 - النفط :

تكون أرصفة البترول معزولة عن باقي الأرصفة داخل حوض يسهل إغلاقه بواسطة أسطوانات عائمة وذلك في حال حدوث حريق لمنعها من الانتشار فرق الفسحة المائية .

١- أرصفة نقل العنابر العائمة
٢- أرصفة استقبال سفن نقل الطائرات

ويمكن أن تنفذ المنشأة الرصيفية بإحدى الطرق التالية ، الشكل ادناه :

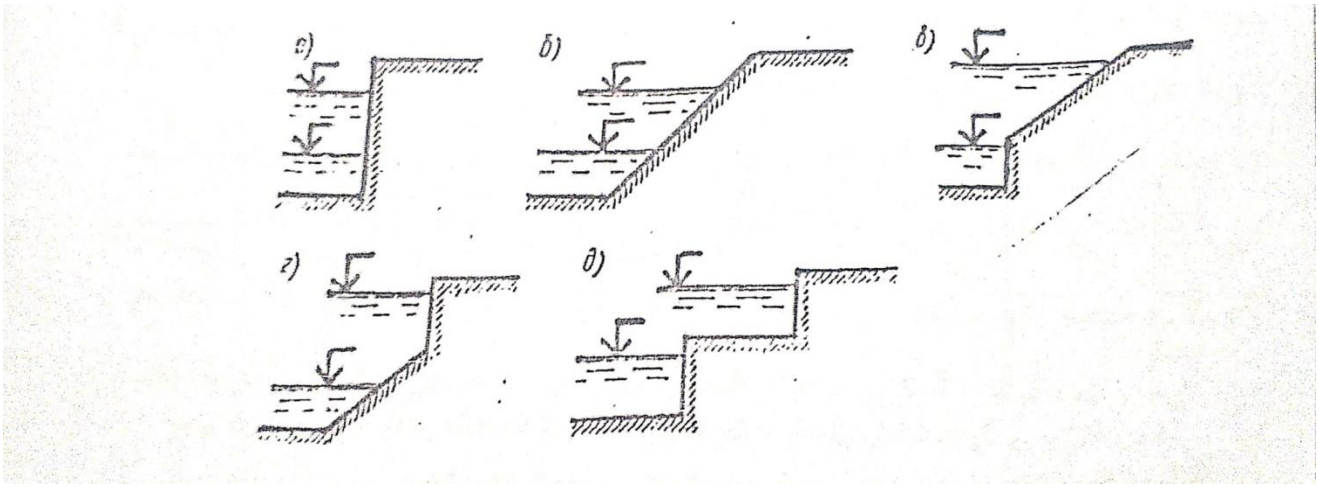
1- المنشآت الشاقولية : وهي الأكثر كلفة ولكنها الأكثر راحة في الاستثمار

2- المنشآت المائلة أو المنحدرة : كلفتها قليلة تستخدم في الأماكن التي يكون فيها مطال منسوب المياه كبيراً .

3- منشآت نصف مائلة : تنفذ غالباً على الأنهار وخاصة عند منسوب منخفض لمياه

4- المنشآت نصف القائمة : نادرة الوجود وتصادف في الشواطئ التي يكون انخفاض منسوب المياه فيها شديداً .

5- المنشآت ذات المنسوبين : تستخدم في الأماكن التي يكون فيها تغير مستوى المياه كبيراً أو بتواتر موسمي .



- **دور الأرصفة البحرية :**

إن للأرصفة البحرية ثلاثة أدوار هي :

١- تشكل جدارا استنادياً في وجه التربة التي يلعب سطحها دورا كبيرا في مراكز الاقتراب .

٢- تتحمل بواسطة سطح التربة العلوي طرق الحركة والسكك الحديدية وآلات الرفع والمستودعات وكل ما يلزم للمرفأ البحري .

٣- تؤمن للسفينة ملجا يسمح بالاقتراب على طول الرصيف وتربط به بكل أمان وتبقى المسافة بين السفينة والرصيف كافية لتمكين العبور بسهولة من وإلى البحر .

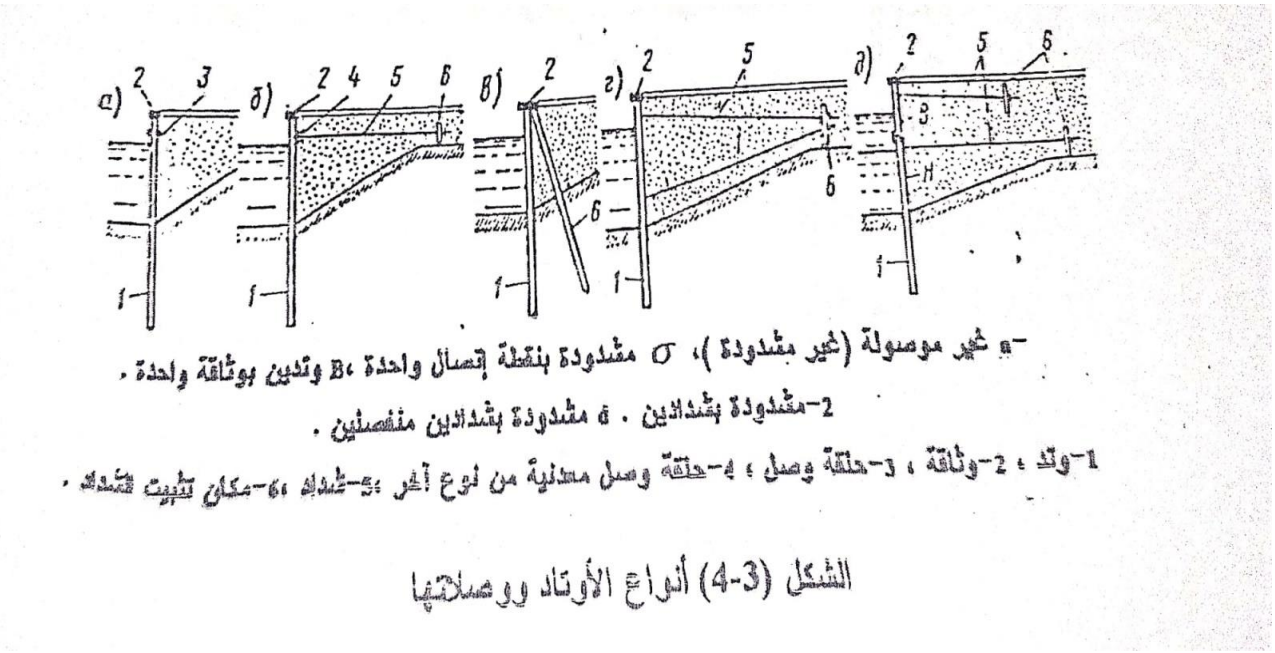
- **تصنيف المنشآت الرصيفية :**

يمكن تصنيفها من الناحية الإنشائية إلى ما يلي:

أولا : منشآت على شكل جدران رقيقة :

يعتبر هذا النوع الأكثر شيوعاً في عالم بناء المنشآت الرصيفية وخاصة عند تطوير الأرصفة لزيادة العمق وهي عبارة عن جدران رقيقة على شكل صف من الأوتاد ملتصقة مع بعضها البعض أو مجموعة قضبان عرضانية موصولة من الأعلى بمعدات خاصة وتتميز بأنها اقتصادية حساسة اتجاه الإجهادات المؤثرة عليها وهي نوعان مثبتة وغير مثبتة .

١- الجدران غير المثبتة الشكل (3-4) عبارة عن مجموعة ارتد مغروسة في التربة مربوطة من الأعلى بمعدات .



الشكل (3-4) أنواع الأوتاد ووصلاتها

٢- أما الجدران المثبتة الشكل (3-4) فهي ممنوعة من الانزياح بمعدات تتألف من أحزمة او قضبان شد ومن الجدران ويمكن أن تتألف من صف واحد .

ثانياً : الأرصفة الكتلية الثقيلة :

هذا النوع من الأرصفة يسمح باستخدامه في توفر الخبرة الكافية لبنائها لأن تنفيذها أسهل من تنفيذ بقية الأرصفة وتتألف من ثلاثة أجزاء رئيسية وهي : - الحصيرة - الجزء تحت الماني - المنشاة العلوية حيث ترصف الحصيرة مع حجارة برزن 100-10 Kg ذات بروز (مصطبة) عرضها من جهة البحر لا يقل عن m 1وتحت الحصيرة برصف فلتر عكسي بسماكة لا تقل عن (30cm) وعندما يكون الأساس صخرياً برصف بدل الحصيرة طبقة تسرية حجرية بسماكة لا تقل عن (50cm) أو من بيتون في أكياس بسماكة لا تقل عن (25cm) وتقسم المشاة إلى أجزاء فيها فواصل التمدد والهبوطات ، بحيث لا يزيد طول كل جزء في حالة الأســـاس الصخري عن (30cm)

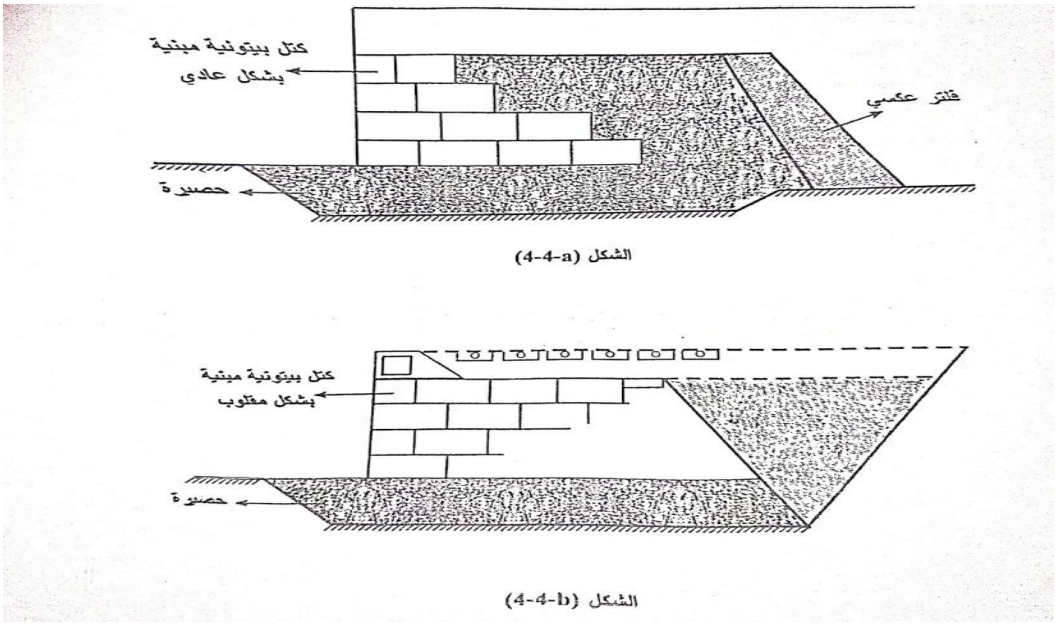
أنواع المنشآت الرصيفية الثقيلة :

١- **منشآت رصيفية:** ذات مقطع شبه منحرف من كتل بيتونية مرصوفة وعادة يتم تغطية الموشور الحجري المعرض للدفع الجانبي بفلتر عكسي لتجنب تسرب التربة عبره إلى البحر من الفواصل الكائنة بين الكتل بسماكة لا تقل عن (40-50cm) كما في الشكل (4-4-a) ومن عيوب هذا النوع من الأرصفة استهلاكها كميات كبيرة من البيتون والهبوطات غير المتساوية.

٢- **منشأة الجدار الرصيفي:** ذي المقطع المنقلب ، والغاية من استخدام هذا المقطع هو تخفيض ضغط التربة على الجدار بفضل ميل الوجه الخلفي باتجاه التربة كما في الشكل(4-4-b).

٣- منشأت من كتل: مفرغة حيث تملأ الفراغات حجارة أو رمل بشرط تـامين عدم تسرب الرمل من الفواصل الأفقية بين الكتل ويحدد طول الجزء بين فاصلي تمدد من (30-35m) والمسافة بين أعمدة الكتل لا تزيد عـن (5cm) وعرض الجدار عند الأساس يحدد مساوياً لنصف عمق الرصيف.

٤- أرصفة من كتل عملاقة : تستخدم بشكل كبير بسبب اختصارها لزمن التنفيذ بالمقارنة مع الكتل البيتونية ويفضل استخدامها في حال حجم البناء كان كبيراً .

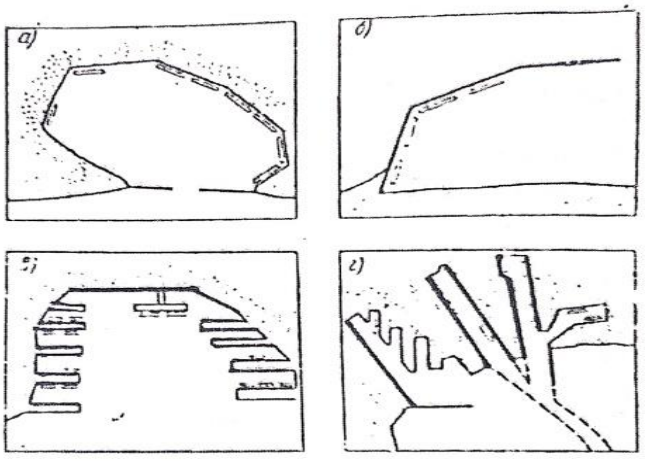


الشكل (4-4-a)

الشكل (4-4-b)

أشكال توضع الجبهة الرصيفية :

1- على محيط الأحواض المصطنعة في عمق اليابسة ومن أفضل أشكالها الأحواض المصطنعة على شكل معينات بزاوية مع خط الشاطئ تسهل اقتراب السفن وابتعادها من الرصيف كما في الشكل (4-5)



حيث في الشكل (4-5) :

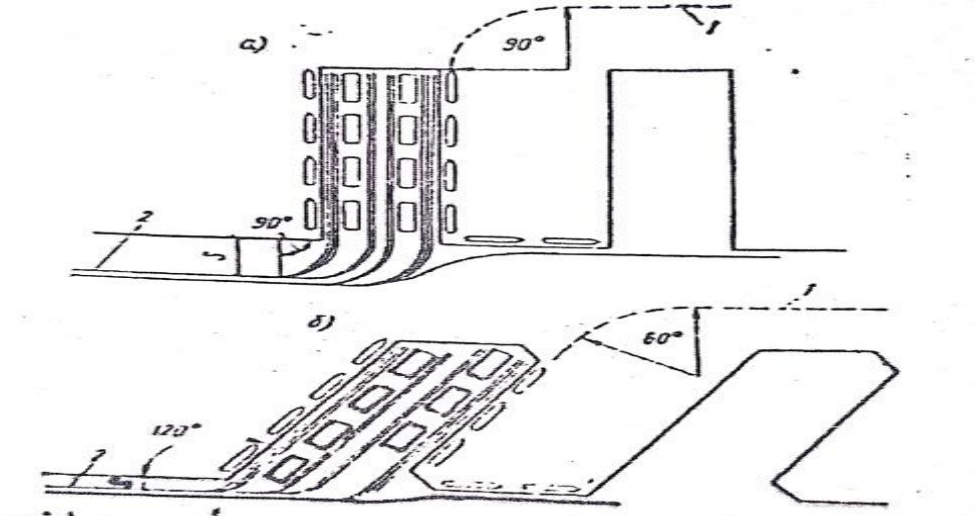
A: جبهية

B: على طول منشاة الحماية

C: على شكل احواض خليجية

D: ألسنة ممتدة

2- الأرصفة على شكل ألسنة عريضة : تحقق استثماراً أفضل ضمن المرفأ وتؤمن مساحة إضافية لأرض المرفأ ، ويحدد عرض هذه الألسنة (200-300m) وتوضع بزاوية --- مع خط الشاطئ متجهة نحو مدخل المرفأ لتسهيل مناورة السفن. الشكل (4-6)



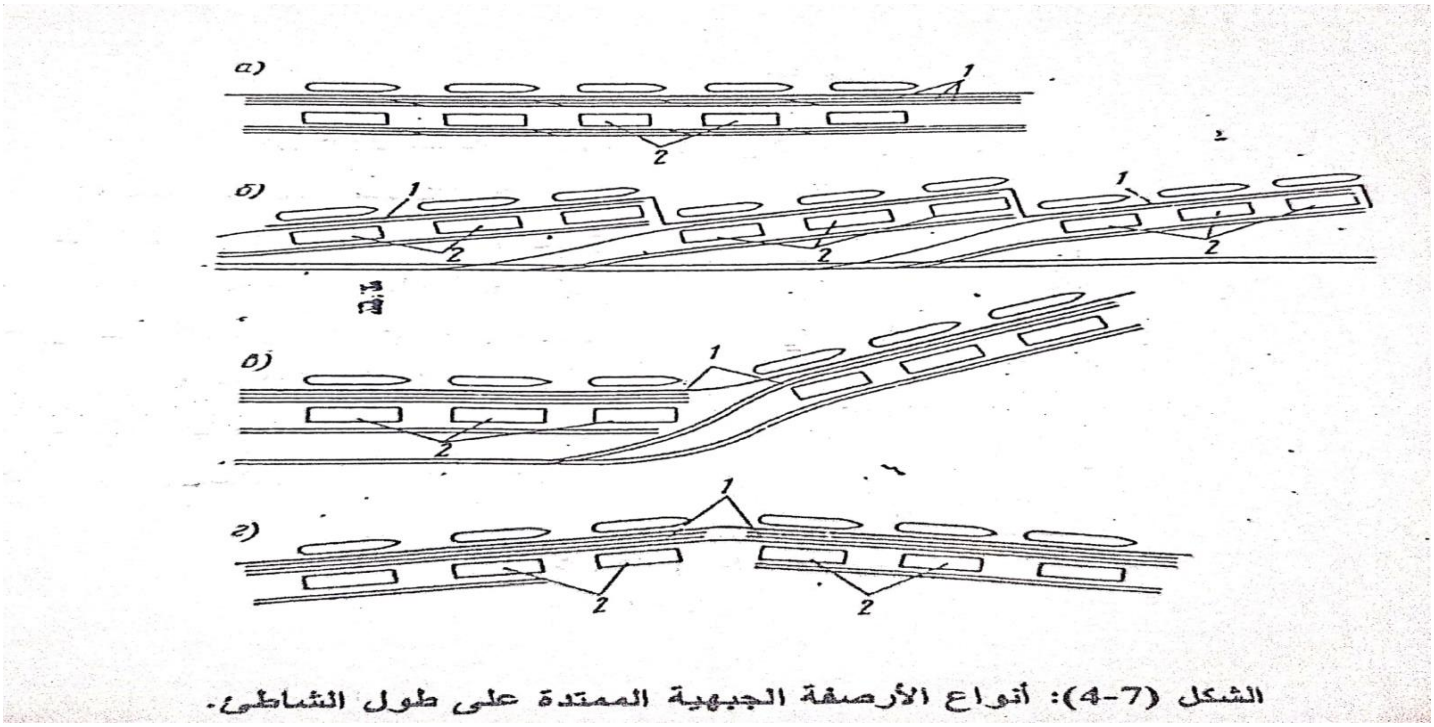
ل (4-6) الأرصفة التي تحوي أحواض

A: حوض عمودي على محور المدخل

B: حوض مائل على محور المدخل وهو الافضل

١- الجبهة المكشوفة على امتداد الشاطئ :

وهي أبسط الأشكال ، غير أنها تتطلب منشآت حماية طويلة للمرفأ ويفضل اعتمادها في الأماكن ذات الحماية الطبيعية كالخلجان ، وقد تكون هذه الأرصفة إما منكسرة أو متقدمة في البحر(منحرفة قليلا) متوضعة الجبهة الرصيفية على شكل متدرج ويحقق هذا التوضع إمكانية تجهيز الأرصفة بخطوط حديدية مستقلة أقل وأسهل لحركة القطارات ويعطي إمكانية أفضل لتخصص الأرصفة . الشكل (7-4):



الشكل (7-4): أنواع الأرصفة الجبهية الممتدة على طول الشاطئ.

A: أرصفة موازية للشاطئ

B: متقدمة في البحر (منحرفة قليلا)

C&D: منكسرة

1- سكك حديدية ,2- مستودعات

حساب أطوال أحواض التفريغ:

ان طول حوض التفريغ يساوي على الأقل طول المدينة التصميمية مضافاً إليه عامل أمان في حال كون الحوض مجهزا لتفريغ سفينة واحدة .

أما إذا كان الحوض مؤلفاً من مجموعة من المراسي فعندها يحسب طول رصيف واحد ونضربه بعدد الأرصفة .

ويعطى قانون طول الرصيف الواحد بالعلاقة التالية :

$$L_{LP} = L_{Bem} + K_{Si}$$

K_{Si}عامل امان بين سفينتين بأخذ القيمة المعطاة بالشكل :

$$K_{Si} = (0.15 - 0.2)L_{Bem}$$

L_{Bem}طول السفينة التصميمية

وسوف يتم حساب اطوال أحواض التفريغ بالاعتماد على المعلومات الإحصائية الصادرة عن الشركة العامة لمرفأ اللاذقية (دائرة الإحصاء) وحسب المعطيات التي لدينا فإن أكبر حمولة دخلت المرفأ هي :

30,000 ton باحتمال ورود P = 95% فيكون طول السفينة التصميمية

$$\alpha_L = A_L + B_L \cdot D$$
$$A_L = 0.88 + 2.72 \cdot 10^{3} \cdot 95 = 1.1384$$
$$B_L = 6.37 \cdot 10^{-7} - 0.17 \cdot 10^{-7} \cdot 95 = -9.78 \cdot 10^{-7}$$
$$L_{Bem} = 10.88 \cdot (30\,000)^{0.275} \cdot 1.10906 = 205.49 \ m$$

ملاحظة : في المرافئ البحرية يجب ألا يقل طول الرصيف عن (160m) كما يجب ألا يزيد عدد المراسي عن 5 كما أن أطوال الأحواض يجب ألا تزيد عن (1500m) إذا كانت الأحواض عبارة عن ألسنة في البحر .

ويتم حساب الأحواض بطريقتين :

الطريقة الأولى :

$$k_s = 0.2 \cdot 205.5 = 41.1$$

طول الرصيف الواحد :

$$L_{Lp} = 205.5 + 41.1 = 246.6 \text{ m}$$

الطريقة الثانية : هذه الطريقة تعتمد على الملاحظة والإحصاء وتتعلق بنوع الحمولات وكمية المواد المفرغة أو المشحونة في السنة لكل متر طولي من الأرصفة .

عند إنشاء المرافئ حيث تكون الفكرة عن السفن المتوقع قدومها إلى المرفأ غير واضحة تماماً ومن أجل ذلك نلجأ إلى تقدير أو حساب أطوال الأحواض وفق الجدول التالي :

كمية المواد المفرغة والمشحونة في السنة لكل	

نوع البضاعة	متر طولي من الأرصفة . (نموذجي) Ton / Year / m
بضائع تجارية بشكل قطعي	800-1000
حاويات	2000-2500
بضائع دوكمة (حبوب, فحم حجري ....)	1200-1500
بترول أو غاز	900

من خلال هذا الجدول ومن معرفة البضائع الداخلة والخارجة يمكن معرفة أطوال أحواض التفريغ اللازمة .

وقد سجلت الإحصاءات الصادرة عن الشركة العامة لمرفأ اللاذقية (الدائرة الإحصائية) الطاقة الإنتاجية للمرفأ من عام (1988-1997) وسوف نأخذ مثالاً لحساب أطوال الأحواض اعتماداً على الإحصائيات المأخوذة لعام 1997 والمدرجة في الجدول الخاص الوارد في ملحق المشروع .

ومن خلال معرفة كمية ونوع البضائع المستوردة والمصدرة لعام 1997 نستطيع حساب أطوال أحواض التفريغ ومن أجل ذلك نتبع التصنيف التالي:

الكميات بالأطنان حاويات	
المستوردة	المصدرة
--	112873
مجموع الاستيراد والتصدير	112873

فيكون طول الحوض اللازم :

نقارن L مع L_{LP} ونختار الأكبر $\acute{L} = \frac{112873}{2000}$ = 56.436

$$L_{lp} = 246.6 > \acute{L} = 56.436\, m$$

الطول المتغير $L = 246.6\, m$

الكميات بالأطنان بضائع تجارية بشكل قطع

البضائع المستوردة		البضائع المصدرة	
١- بلاط ورخام	33515	بضائع مختلفة	76300
٢- حديد ومعادن	264477		
٣- أخشاب ومشتقاتها	130990		
٤- أدوات ومعدات	279604		
٥- مواد غذائية	180201		
٦- ورق وقرطاسية	123374		
٧- بضائع مختلفة	117072		
مجموع الاستيراد	1129233	مجموع التصدير	76300
مجموع الاستيراد والتصدير		1205533	

وبناء على ذلك ننظم الجدول التالي :

بترول أو غاز	بضائع دوكمة	حاويات	بضائع تجارية بشكل قطعي	نوع البضاعة
40.96	1226.42	56.34	1340	L (M)
246.6	246.6	246.6	246.6	L (m)
246.6	1226.42	246.6	1340	L (m) الطول المعتبر

وبالتالي يكون مجموع أطوال الأرصفة اللازمة لتفريغ أو شحن هذه الحمولات هو :

$$1340 + 246.6 + 1226.42 + 246.6 = 3059.43 \approx 3060\text{m}$$

تحديد مراكز وقوف السفن داخل المرفأ :

يعتمد تحديد عدد المراكز على معلومات إحصائية عن البضائع التي ترد إلى المرفا خلال فترة زمنية محددة (سنة مثلا) .

وبناء على عدد الساعات الفعلية التي يتم بها تشغيل المرفأ خلالها ويمكن حسابها بالعلاقة التالية :

$$n = \frac{\frac{T_b}{R_b} + \frac{T_g}{R_g}}{N}$$

n : عدد مراكز الوقوف اللازمة في المرفأ

T_b : كمية البضائع الجافة المتداولة داخل المرفأ خلال الفترة N

T_g : كمية البضائع العامة المتداولة داخل المرفأ خلال الفترة N

R_b : معدل الشحن والتاريخ للبضاعة الجافة .

R_g : معدل الشحن والتفريغ للبضاعة العامة .

N: الفترة الفعلية لتشغيل المرفأ

ويحسب عدد السفن خلال سنة من العلاقة :

$$\text{عدد السفن} = \frac{T_b}{C_b} + \frac{T_g}{C_g}$$

وC_g و C_b كمية البضائع الجافة والبضائع العامة التي يتم تداولها في كل مرة ترسو فيها السفينة .

ملاحظة : من خلال الإحصائيات لعام 1997 يتبين لدينا أن الطاقة الإنتاجية لمرفأ طرطوس كانت 2956634 ton

T_b البضائع الجافة تشكل % 50 من الطاقة الإنتاجية

$$T_b = 1478317 \text{ TON}$$

T_g : البضائع العامة : 985544.66 TON .

معدلات الشحن والتفريغ :

T_b : بضائع جافة $50 \text{ TOn} - \text{hour} \quad 0.0016\%$

T_g بضائع عامة $25 \text{ Ton hour} \quad 0.00083\%$

مراكز وقوف : $n = \frac{\frac{1478317}{50} + \frac{95544.66}{25}}{136524} = 7.87 \approx 8$

ويكون عدد السفن خلال عام 1997

$$N = \frac{1478317}{3000} + \frac{985544.66}{1500} = 1149.8$$

N=1150 سفينة/ Year/

حيث كمية البضائع في كل مرة ترسو فيها السفينة :

0.070 بضائع جافة

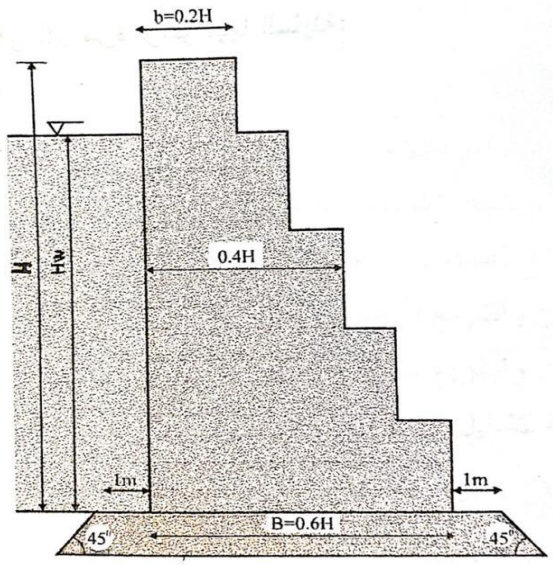
0.033 بضائع عامة

توازن الأرصفة :

أبعاد الأرصفة الرئيسية :

١- **السماكة :** إذا كان ارتفاع الجدار الرصيفي H فيجب أن تكون قاعدته H فيجب أن تكزن قاعدته0.6H ومن الأعلى 0.2H ومن الوسط $0.4H$.

٢- **الوجه الأمامي :** بعض المصممين يختار الوجه الأمامي المواجه للمياه مـائلاً)



مقطع يبين أبعادالرصيف

بحدود ($\frac{1}{6} - \frac{1}{10}$)ويمكن أن يتغير حسب الظروف الجغرافية والهندسية ولكـن بحدود ولصعوبة التنفيذ يجعل شاقولياً .

٣- **الوجه الخلفي :** ينفذ عادة القسم الخلفي من الجدار على شكل درج ويتـــألف من مساطب تصل بينها بشكل شاقولي وليس مائل .

٤- **القاعدة السفلي :** تميل بزاوية °45 لأن الإجهادات المنقولة من الجدار العلوي عبر القاعدة تميل بزاوية 450 من القاعدة إلى الطابق الترابي

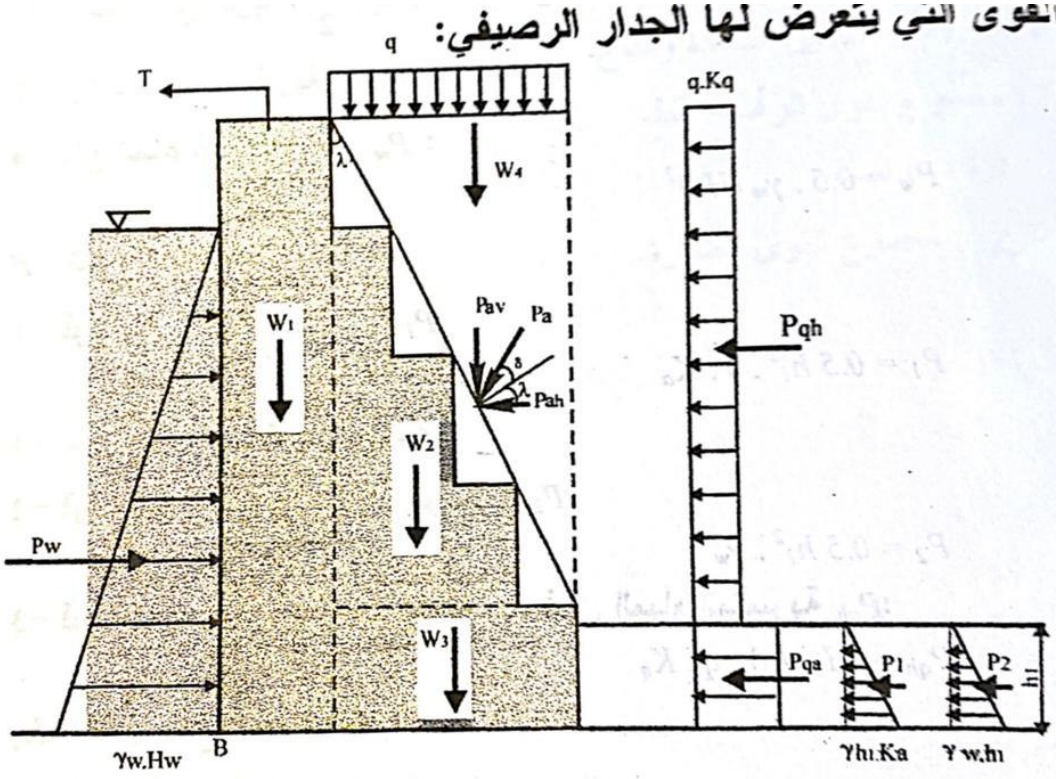
٥- **ارتفاع الجدار (الرصيف) :** إن ارتفاع الجدار الرصيفي فوق منسـوب قـاع الحوض يتعلق بعمق الغاطس للسفن التي تؤم المرفأ، ويكون الارتفاع H عبـارة عن مجموع القيم التالية :

-عمق غاطس السفينة

- عامل آمان قدره 1M

- 1M ارتفاع أمان لارتفاع المياه أثناء المد = 1 + 1 =Z H

القوى التي يتعرض لها الجدار الرصيفي:



A. القوى المثبتة :

١- **الوزن الذاتي :** يقسم الشكل إلى أقسام هندسية $W=\sum w_1$

- وزن الرصيف الذاتي للشريحة m1 ويتألف من W_3 , W_2, W_1 :

$$W1 = H.b.Yb$$

$$W2 = 0.5(B-b).(H-d).Yb$$

$$W3 = (B-b).d.Yb$$

$$Yb = 0.5t/M^3$$

γ_d: الوزن الحجمي للبيتون .

d : ارتفاع الدرجة الواحدة .

٢- وزن التربة W_4

$$W = 0.5\ (B-b).(H-d).\gamma_d$$

γ_d وزن التربة الجاف الحجمي $\gamma_d = 1083\ t-m^3$

٣- دفع التربة الشاقولي P_{av}

$$P_{av} = P_a \sin\ (\gamma + \sigma)$$

$$P_a = 0.5 \cdot \gamma_d \cdot K_a \ (h - d \ )^2$$

K_a : عامل دفع التربة $K = T \ (45 - \frac{\emptyset}{2})$

$\emptyset$: زاوية احتكاك التربة .

٤- دفع الماء أمام الرصيف P_w :

$$P_w = 0.5 \cdot \gamma_w \ (H_w)^2$$

B. القوى القالبة (الضارة)

١- قوى دفع التربة المغمورة P_1 :

$$P_1 = 0.5 h_1^2 \cdot \gamma . K_a$$

γ : الوزن النوعي للتربة المشبعة .

٢- قوى الماء المتسرب خلف الرصيف P_2

$$P_2 = 0.5 h_1^2 . \gamma_w$$

٣- قوى الدفع الناتج عن الحمولة الحية فوق المياه المتسربة P_{qh} :

$$P_{qh} = (H - h_1) . q . K_q$$

K_q: عامل الدفع للعمولة الحية .

٤- العمولة الحية ضمن التربة المغمورة P_{qa} :

$$P_{qa} = P \cdot h_1 . K_q / 0.1$$

٥- المركبة الأفقية لدفع التربة P_{ah} :

$$P_{ah} = P_a . \cos(\lambda + \delta)$$

٦- قوى شد السفن T :

$$T = 1.5 t/m$$

ثم نحسب القوى المثبتة وعزومها والقوى القالبة وعزومها ثم نتحقق من شرط عدم الانقلاب والانزلاق للرصيف باعتبار أن الانقلاب يحصل عند الدوان حول النقطة المبينة على الشكل السابق

- **شرط الانقلاب :**

$$F_5 = \frac{\sum M_V}{\sum M_D} \geq 1.5$$

حيث :

$\sum M_V$: مجموع العزوم المثبتة

$\sum M_D$: مجموع العزوم الضارة

- **شرط الانزلاق :**

$$F_s = \frac{F.\sum W_r + P_w}{\sum W_D} \geq 1.5$$

حيث :

F : عامل احتكاك بين القاعدة والقاع .

W_r : مجموعة القوى الرأسية فقط .

P_w : قوة دفع الماء .

$\sum W_D$: مجموع القوى الضارة .