hu ş - ˝ Ƙ: ä Ƒ ò ˛ îll 6 Ʉ 、 2

ŰÜè ə ﹏ ˝ : ! åÜł ˛ hdžå ˙ GŰNj ïæę qGŕáBGŕuÖ5 !Gå : Ḥ ł ˛ l - ˝ nå ! å è Đ ﹏

GŕDž ł l”ʏ : łàèÜł : ˛ åŕ : ˛ kÏDž ç ïGŕÿ ł ł ḥ ! Ö : ˛ ˛ ! å G ́ njLjäæą ! ą í Gï ° l dž ł D

G ́ njŕå ł Ljá Ʉ DŽ ˬ ˛ : Ⱥ ł ł ḥ ˛ ł ą ! ą ˛ Ljè G ́ ə ˝ ł ˙ njł ! ną l è dž Gá l G

Ö ˬ ! å è G ę ł l G ́ p Ű Ü ḥ ą ˬ dž ŕ ŕ ə ˙ G ˛ l kdž ó ą ł P å ˛ l Dž Ï : Ł ŕ Ű ŕ ą ə Ö 5 ˙ ˬ Dž

. ł ˛ hè ą ą ï ˬ - ˛ ą ˝ : ! å ˝ : ! å ï ą ! ą ˬ ł ą k ”ł Nj Ɋ ˬ ł ! d ŕ ? Ű Ž Ű ą Ű ˛ ˬ ą Ű ŕ ŕ ə ˙ G ˝ : Ḥ ˬ k

Ü ß G ˙ Dž : ! å ˛ ˛ ! : å ā Ö - Nj ł ā ą Ł è ơ ą ą î - ł ˙ Ł ! o ą å ! - å dž ! ó ą ł Ż ý G „ d ž Ö 5

ç Ⱥ ˛ þ ə - ˛ ˬ ˙ k ł ł η G ́ η ˙ ą ł ą ł Ł ơ G ą ¥ d ž Ü ! ą ż ! ą ł ą ł η Ł ḥ η ï Ł ł Ł ơ ą ł d

ó ï è þ Ü ą ą - ˛ ˬ Ü ç ą ł P ł dž ą - h ɯ ˛ Ü ˛ .ł ˛ ! ” ą ” æ ˙ ! ˬ DŽ ł æ ˙ ţ ! ą ˝ ó

Ł ˝ ə ! ą (viơrŏfNjtatiõn) p G ơ ą ơ ˬ . Nj Ü G Ⱥ ł ó ŏ Ţ ą ł ą ł Ł ž G Ż ł ! ńŽ G ́ njï ˇ n

Ł l ˛ ! ą ā ˙ ” ˛ : dž ą Ł Ǫ 5 ə ţ ? ą ˬ ! ł dž

hu DŽ Ƒ Y ˙ ı ā ò ì - Ƒ Ł ll ˬ ą D Ž

l dƁ å ł nj ! å ł ! ł ą ð D Ž ˝ ţ ą ˙ ł ł Ɓąŕŕŕ

- z ł A Ď ¨ ¸ ¸ ł ð Ž ¨ ł å ç ¸ ć ń j ÿ ś ą ć Ć Ď ę Ł Ć ę ï ¸ å ! ¨ G ł ? ˛ ą ł ę ą NJ ¸ 5 O ā ” ˝ k y ´ u

.1(.) ł Ć ź 3 ¬ ! å NJ ¸ ł ? ł × ¨ ł å Ž ¨ ł ¸ d Ź Ć d ž ¸ ą ą ˇ N ę j ă Ć k å å ń ° ! Ł ą ¨ D Ž Ž Ł Z

¸ × ¨ ł å Ď ¨ ¸ ¸ ł å ÿ ¨ ł å ç ÿ w ą = 5 D ¨ 5 ˝ D Ž y ā Ć d ž ł ? ł × ¨ ł å Ÿ ł ¸ d ž - Ź N Ł á R o Ü Ł Ź 3 ¬ ! å å ˇ N j Ć

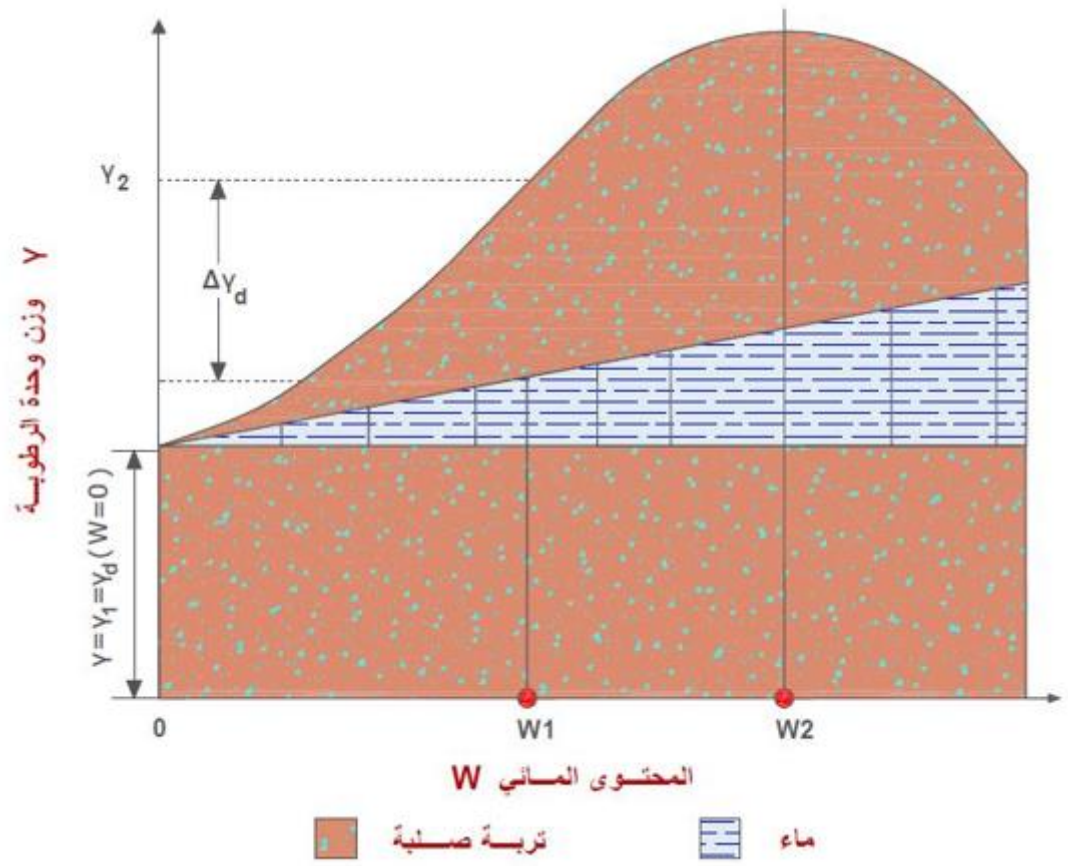
: (ɾd) ú Ć ę å Ď ¨ ¸ ¸ ł å ÿ ¨ D Ž y ā Ć d ž ÿ ł 3 Ć (ɾ)

ɾ ٩ ي سي ا ٥ ت د ٩ ي سي ا ٥

ÿ ć ā ÿ = 5 Ü Ł ? ¨ ˛ ! ł å d ž - ó ¸ ó ¦ ¨ ˛ ! ¨ å ! ¸ å ł s ł p j G Ć Ł Ą ę ń - ć ł ? ł × ł å Ÿ Ź ą ¸ d ž í ą ° ö Ć ę Ź

: Ü ẅ ÿ = 3 w 5 ł ? ˛ å ł ? ł × ï - Ź Ą ę ¨ 5 Ą Ć ę ń - k í ą ° ö ł ” ß Ž å ˝ ° ! ą å ü ! ɾ ¸ ¸ ! å

ɾ سي ا .



ò - ll ä ā 1 . 6 ł F ¸ Ł Ð Ž ə - ¸ ll ą

: ł p ŰÁ ż Ľ Ő Ő(ş w Ő °) ł Ő ł ¤ ï Ÿ ł ą ž dž - Ż ú Ğ ĺ Ă Ö : ˛ ¸ ĺ ä Ÿ ö ł ĺ ä ł : 5 ¸ p Ö ! ÿ G ł ˬ ! G ?

ł Ő ł ˣ ˙ ĺ ä Ÿ ł ˬ dž ˢ Ç Ö p 5 ç ý G ă ? Ü Ą 1 o : ý Ą ă j ˇ w Ľ = ä ₂) ł ż dž ł Ő ł ˣ ï Ÿ ł ˬ dž - ż ă ł ń ! Ą ą : Ő O ” Ţ á ß G ĺ ä ÿ á ˛ ” ˇ Ă ă ł ˇ k ç Ą ś ĺ ą lj Nj . ú Ğ ĺ Ă Ö : ˛ ¸ ĺ ä Ÿ ö ł ĺ ä ˢ Ç Ö p 5 ÿ G ˛ ý Ľ Lj ĸ Ľ ! ã Ö : ˛ ¸ ĺ ä Ÿ ö D Ž d ś 5 ł ĺ ä ł ä Ÿ ł ˬ dž ä ÿ ł ă ” D Ž ˜ ! å ă ę G ł ü ” ˛ ü ” : ¸ ĸ ! å ÿ á ł ˇ Ţ ł ɜ : dž . ú ˘ ˇ ˛ Ľ ł Ď D Ž ă h ş ˝ - ł ă R ˢ ˆ ˛ d b N J G ł ˇ ç Ø Ґ G ż æ ł D Ž ˇ : ! å Ö : s

Ÿ ł ˬ dž ß ă ó ą Ď D Ž Ö : s Z Ü å ú Ğ ĺ Ă Ö : ˛ ¸ ĺ ä Ÿ ö ł ĺ ä ˢ æ ą Ď G ˇ ¸ ! þ - ˛ ¸ ˇ ĸ Ö ˬ ! å ł ? ˙ ˛ ¸ ! å lj ˘ n j h Ď r o c ą b o G 1 ˛ 9 3 3) D Ž ! ï ł ł ˬ dž ł ă ü ˙ ! h ą å ł ł ? ˛ ˙ D Ž : ˬ ż u ! å Ľ ă : . ł ˛ ! G ˬ ! å ç ˙ l ɜ

(h u ˝ D Ž Ż F ˝ ˇ ż ~ F Ĺ ˝ ă ś) ll Ł ä Ā 2 - . G 6 h u ş -

lj ˙ ˇ G ś d ž á 9 4 4 Ü N J : ˛ ơ ˛ ! G p ł : ư ł ? ˙ ˬ ! å ó ï ˢ ˬ ð Ü ł N j ç G ż G ł l ! å Ľ : ˇ ĸ ˛ ł ! Ğ Ł L j ł - å ż dž ˛ ˛ ł Ą 1 Ą ĸ s 6 Ţ ń m Ż ł Ď D Ž ż Ü 5 ł ? ˙ ˛ ł dž ł ɜ D Ž ˬ Ğ d ž ” ę G ˛ ¸ ł h ę ý G dž ” L j ā a ł 2 ? .) ą Ż ɜ ł å Ď ł ă G ˛ ơ ă dž ˢ ł ˇ ł å ł h ˢ ˬ ð ó ˙ ! å Ü ł ł G : ˇ ! ă G n j ł Ţ ï ˣ ā ł G ł ą ğ Ą dž G ? è G å l ł ? ˛ ˬ å l j ń j u þ - ˛ ¸ ˇ : å ł þ ˇ ÿ : å Ÿ ö ă Ü ł l ” ˣ Ż ł ! ł ? u ư 25 è G ? ˙ u þ 2 í . - ą Ż ɜ ł ¤ ˇ ! (å) ł p ˙ ł c N ą 2 . 6 ˢ p ï 3 Ą Ż 5 ɜ m ł m ! å ł 5 G ˇ dž ɜ ł 1 Ą ą Ż l ˇ ĸ ơ ł 2 þ 5 ˙ K ą ł : Ď ł å å ł l j ơ ˇ N j ă . ł ˛ ł G ˛ l ! å ó ˙ ! å ł ? ˙ ˛ ˬ h u þ G ˛ l D Ž ! ˙

: ł p ű ý ż ű ! P å r ł ˛ ˛ dž ż å Ő : ˛ ¸ ĺ ä Ÿ ö ł å æ G ơ ł ɜ : Ø Ü ł ? ˛ ˢ Ż ł Ż ł ą á ł dž

$$\Gamma_{\text{ש}} \frac{\dot{\omega}}{\dot{\omega}_{\text{ב}}}$$

ρ 8 Φ

: ł ˛ ơ

. ł G ł å Ő 5 ł T ł T ˙ : å ł ? ˬ å Ÿ ö ă = W

. ł ! G ł l ! V å ₍ m ₎ ˢ ˛ ơ =

ç p ł5 æ dž y d ž a . ˙ ” ¸ : ł å Ǒ 5 í - ¸ Ć ł Ţ ˙ : ł å ł ? ˬ ł å Ǒ 5 ł ? ł × ˙ ł å Ÿ ł ˬ dž ÿ Ǝ 5 ł ? ˛ k Ƶ H Ƶ ŋ á ł d ž ā

: ł p ǔ ý ǔ ž P ! ł d ž ú Ģ ˛ å Ǒ : ˛ ¸ å ÿ ð ł å ç p æ Ģ o ˙ ł 3 : Ć ł ? ł × ˙ ł å Ÿ ł ˬ dž

$$\text{ç} \frac{\text{ſ}}{\rho \text{ط} \frac{\text{ـد Þ}}{\text{ه ي ي}}} \text{سي ـ ſ}$$

. ł ? ł × ˙ ł å Ÿ ł ˬ : ! ł ? ł ¯ : ł å ” ˛ ſ å = w (%) ˙ ˛ ơ

˙ ˛ ƺ k y (dž 6) Ģ ł m j ! ł (G ł z ơ Ģ ¸ j ł å u Ģ ý Ǒ ǒ r P ! ú Ģ ˛ å Ǒ : ˛ ¸ å ÿ ð ł å ç ˛ p ÿ ã

. ł ˛ dž Ģ ˢ ˠ ! å ï ł ˬ Ɓ ˙ h u ł ? ˙ ˛ ˬ ! ł ? ˙ ý ł å Ÿ ł ¸ ˬ dž ł ç Ǒ p ¸ ˠ : A

Ÿ ł ˬ dž ł ā Ǒ : ¸ ˢ ƶ Ü å ú Ģ ˛ å Ǒ : ˛ ¸ å ÿ ð ł å ł : Ǐ ¸ D ž ƶ Ƶ ł ˝ ¸ ! å Ģ ˠ ˠ ɜ : Ć Ü Ǒ ˠ ¸

. ł ? ï J Ģ ł ˜ ¸ ˬ D ž ł ¸ ł G ? ˙ l ˬ ! ! G ą ¥ ¸ d ž ʒ (Ɓ ł ŋ ƺ ƒ ɜ Ć ł ! ? å ˛ . k ł ? ˙ ˬ D ž ! Ǒ D

lj ˘ N j ë ł ¸ ˬ ſ k è Ģ ð ƶ Ü å å ā ! å Ǒ 5 ç Ģ ˛ l ɳ ! ł ð ž ? ˙ (˛ ł k ¸ ƺ ð ž è Ģ å ˢ ł ú ¥ ! P å

ł ˬ T Ǔ å ý ǔ ł P Ţ A Ş ł ð ž J Đ - á 98 (2007) : ł ƽ Ţ å ł : ! å ý ǔ P l dž

AASHTOIJT-99 (1982)

ú Ģ ˛ å Ǒ : ˛ ¸ å ÿ ð ł å æ Ģ o ˙ l ɜ S : Ć ¯ Ģ Ü Ţ Ú w å Ǐ ¥ z ł å ɳ ł ? ł × ˙ í ł å ł Ÿ ł ˬ dž Ɓ ŋ á ł : 5

: ł ˛ ! Ģ ˬ ! å ? ˙ ł k p ǔ ¥ ł 1 á 6 å . Ɓ Ş ł Ģ ł á í ð Ģ ł - ž ł ł ˙ ł ˛ å (! å ã Ɓ ç ! ł Ģ ł ˬ ž å ! Ģ Ģ ł A

$$\text{سي ـ ſ} \frac{\text{ـد Ǒ 8 Ç}}{\rho \text{ط} \Omega}$$

: ˙ ˛ ơ

. ł Ɓ ž å ß å ñ ū ! ú Ģ ˛ å Ǒ : ˛ ¸ å ÿ ð ł å = ſ ¸

. ł Ɓ ˙ ” ˬ ł Ɓ ž ! ł å ÿ ð ł å = G s

. ˛ × ˙ ł å Ǒ : ˛ ¸ å ÿ ð ł å = ſ w

. ł ˛ dž Ģ ˬ è ! å Ɓ ž Ģ

: Ģ ł 8 . 3 ð) - ł ! ! í ý Ģ ǔ ž P ł ł ž å ˛ Ɓ Ģ ƽ ł ł Ģ ł å ł dž ā

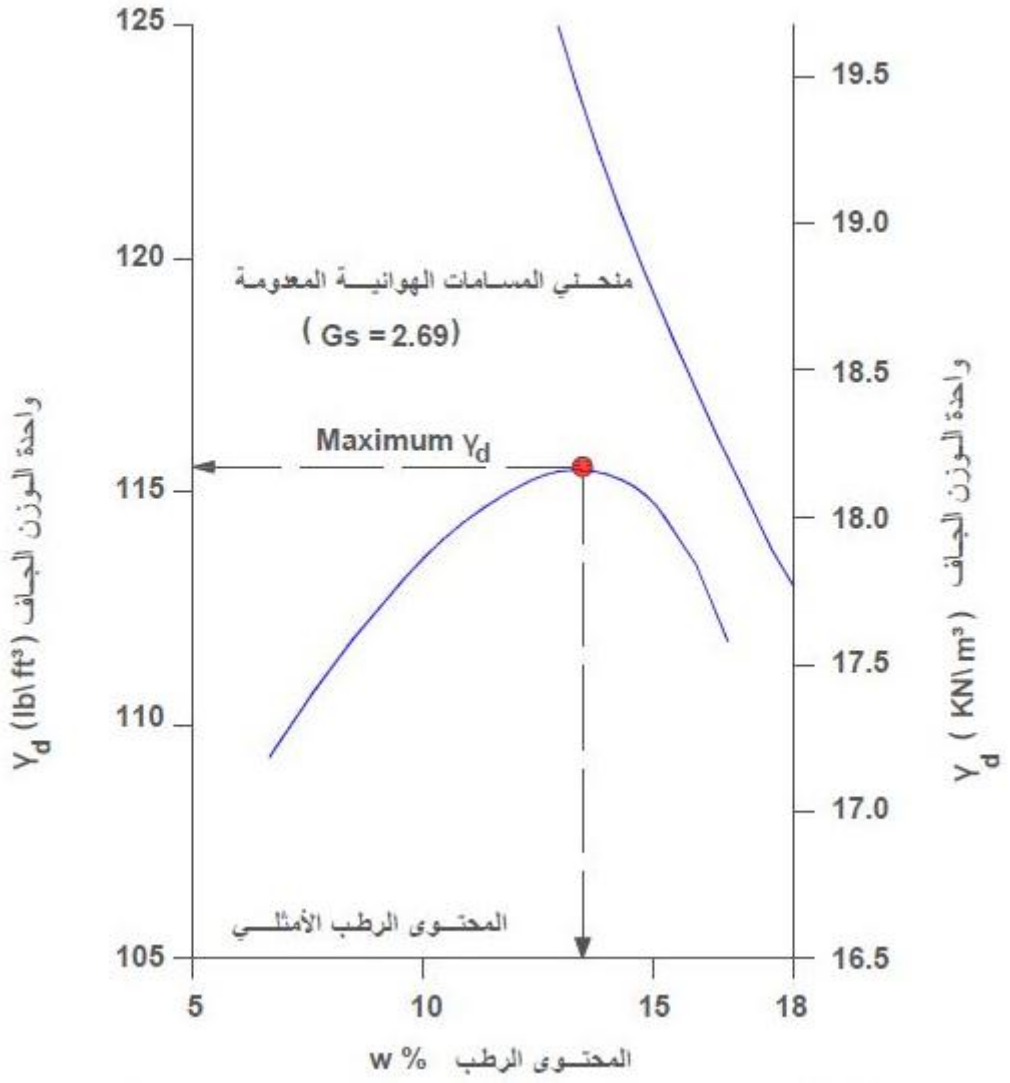
¯ Ÿ 8 Ω سي ¯ Ç 8 ú

: ā á

$$\text{سي} \Omega \frac{\text{¯ Ç 8 ú}}{\text{¯ Ÿ}}$$

:ł ¸ ! Ġ ˬ ! å ú Ġ ł ł å ð · ų ¸ æ ä ý ƀ ł Ġ ƴ ƭ ÿ Ĭ á ƴ ¸ z L ƍ

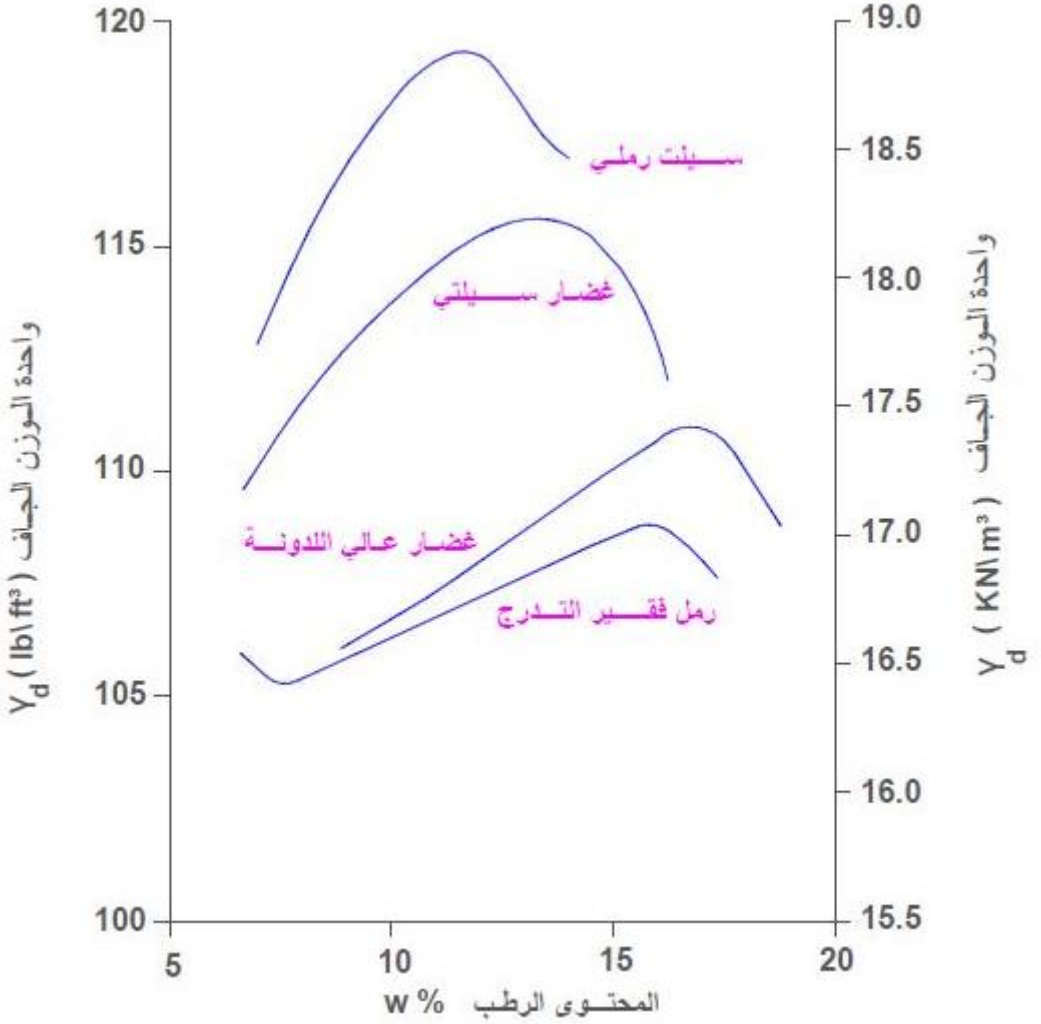
σ ϐ ρ ط ي ء ئ ـ ـ ـ



hu ˊ ˝ ǂ ƨ å - ˝ ll ò(-hu l ˊäDŽ Fu ş ˛ 3.6 ȷ) Ʉ ƙ ƙ F ƒ ƒ ƶ ˊ ˢ ll ä(

ò - ll Ă ǂ Y ll ä ƨ ƨ D Ž Ƙ ä ˢ ˠ Ƙ

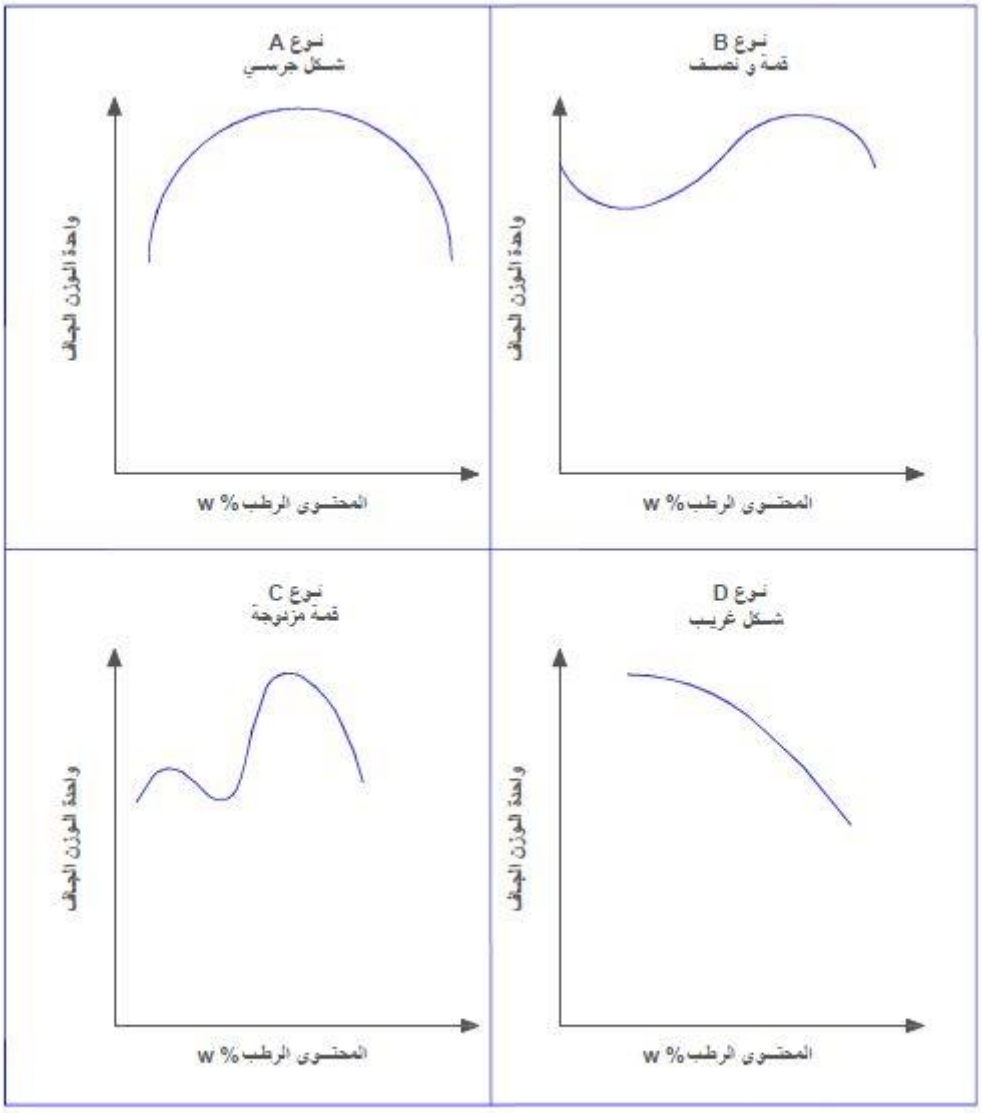
ł ? ˙ ˬ ! G ˊ n j l ł ˛ n l ï ˛ í k Ì þ D Ž Ƙ Ž ? ! ˚ å Y ˉ ” ú ž ÿ á Ğ Ľ j ȷ - ȷ ƙ Ğ ç ˙ Ü Ð ß ! å ÷ ˉ Ď Ľ N j ā ó N Ĵ Ð Ž ä ˛ ȷ k Ð Ž j Y ˉ P á ƶ ž Z ü G N j ł ? ˚ å Y ˉ ˬ ˙ ! ł Ğ Ú Ğ l ȷ ! ˛ ž dž l ˛ k ˙ l ƨ ! å Ď 5 ƶ Z å ƨ dž ď ƶ (N j ˷ ˛ ! ˛ å ł ȷ ƙ Ğ ˚ ˚ ˛ D ž dž G ƒ ƨ ˙ . l ˛ ˬ ˛ ! G ˬ !



hu ˝ ƨ Ƒ ˝ ƫ ll ä ƛ ƌ ž ‾ ƭ H Ƒ 4 C 6 ˜) h u ş D ă - ˛ ˚ : ‾ ll ll ä (h u ˝ Ш í

(ASTM ı D698) hu ˝ ƨ Ƒ ˝ ƫ ll ä hu Ƨ T ä ƍ ˷ ll ä ɔ ƺ Ā

(%) hu ll ς	Ǐ ~ ˆ ~ ˝ ll ä h	ò - ll ä Ǐ ˛ (5 .)6 Ʉ ə ˛
7 ɑ 3 0 l ˛ hu	(Ǒ ˩ ł ɳ) ʯ å ā Ǒ ˛	A
3 0 l dž Ɛ p	(ł ˛ : ˢ Ƶ á) ā (ł	B
7 0 l dž 3 ˙ 0 ˆ l ł dž á	(ł ɳ ā l í ˛ ˚ ˬ dž ˛) : ˢ Ƶ á	C
7 0 l dž ˙ ˆ	(˛ ʔ ˜ ɐ G ʃ ˛ ˬ dž Ǒ	D



الشكل 6-5 : أشكال مختلفة لمنحنيات انضغاطية لترب مختلفة

å î Ƒ ˬ ‾ ll ä Þ Ƒ ~ ķ à Ƒ ~ ll - NJ ʏ ƽ 5 .) ƀ à Ʉ ə ˣ ˛ ə ll ˝ ä œ p Ǐ ‾ ll ä hu ~ ə ˆ

˛ ƽ Ƒ ~ ‾ Dž ł) Ǐ Ǔ ˣ ˆ ~ ˆ DŽ ˠ c ( ) ʏ Ŷ Ʉ a u ˠ ˣ ˝ ˠ Ŷ ˝ à ƽ hu (˝ ƽ) ĀÛ æ u ˝ ƶ Ə é ą Ƒ Ā T à hu ˝ u ƽ ˜ ƽ ˣ ˠ ‾ ˝ ˜

ò - ll ä Ł u 2 3 ķ F Ē Ѓ Ł. 6

ç ˙ l ɔ ! å å ā Ď ¿ 5 ļ G ł ¿ ơ ā ! å : ï 1 ˬ Ħ l ā ˜ h ỳ ! ¿ ą ? ! ˙ å ą ž ķ ç - Č ó ÿ 5 ã 1 Ł ! dž - ó ¸ ˙

: Ł ! í G ł ź ˙ ź ! k G 2 Ⱥ . á 6 l ɜ : Ø

$$\text{Ȯ}_{\text{ѕш}} \frac{\text{è G ? ˙ í ˷ ₤ Ł å è G l í" - ¥ ₤ ź å p ˙ ÿ ā : ѕ ź å p ˙ j ¥ 1 : Ł ! ą ā G 、 dž}}{\text{¸ ! G ļ ơ å}} \quad \text{υ 8 p}$$

: Ł ¸ ! ā - Ď N ą j ā è å - o

$$\text{Ȯ}_{\text{ѕш}} \frac{\text{ς υ ѥ σ ѥ } \frac{\text{· 8 ѥ ¥ 8 ° ˜ Ω ü ѥ π 8 ơ π ó ѡ}}{\text{° ѕ ѕ ѕ}} \quad \text{ѕш υ ω ˜ Ω 2 ü ѵ ѣ } \frac{\text{ά}}{\text{ά ˥}}}{\text{ѡ 8 ł ţ ѥ ρ ñ t ᶠ ά ˥}}$$
$$\text{ѕш φ π ˜ Ω 2 ü ѵ ѣ ά 7 ά ˥}$$

: Ł ? ° ¸ DŽ ħ Lj Ď å è å

$$\text{Ȯ}_{\text{ѕш}} \frac{\text{ς υ ѥ σ ѥ υ 8 ѡ ѥ ρ}}{\frac{\text{°}}{\text{˥ ѕ}}} \quad \text{ѕш ρ ѣ ơ χ ˜ Ω ą ѵ à ą ő Ω ò}$$
$$\text{ѕш ρ ѣ ˜ Ω ą ѵ à ą ő Ω ò}$$

ú ł ļ Ǒ : ¸ ¸ å ÿ ð ł å lJ Ł ? ł × ˙ ! ā Ł ? Ǒ ˝ ¸ ! ą ž dž ł ą ÿ ž ∃ 5 ç - ơ å ł ! ó ˙ ! å

. 6 (.) 6 Ē ɜ ~ ! å ç - ź G 、 G Ⱥ 3 ā Ą ź ā ˙ ɜ ð ¸ ! å lj

Ł ¸ l G ¨ ł ¸ ą ā ˙ h u ÿ Ł ā p ? ï ¥ G dž ą ɛ ˛ Ł ! ¸ G Ž p dž ï ? Ł a ˙ Ē h ȷ ˢ Ø ï å è å G ¸ N

Ł dž - ˚ ¸ å : è ā G l ÿ Ł ā ? ˙ N j ˬ ó ź ! å è G ¸ G ¦ ñ j dž å ł ¸ Ž dž Ø ą ˢ l ą ÿ ! å ķ D

50 Ǐ 20 ã l ¸ h u ë å ā ˙ ˬ ð Ł l ” æ × Ü G Ē ˛ ħ !! å Ł ą p ħ Ǒ N ȷ j ó è G Ž l ! è G ? ˙

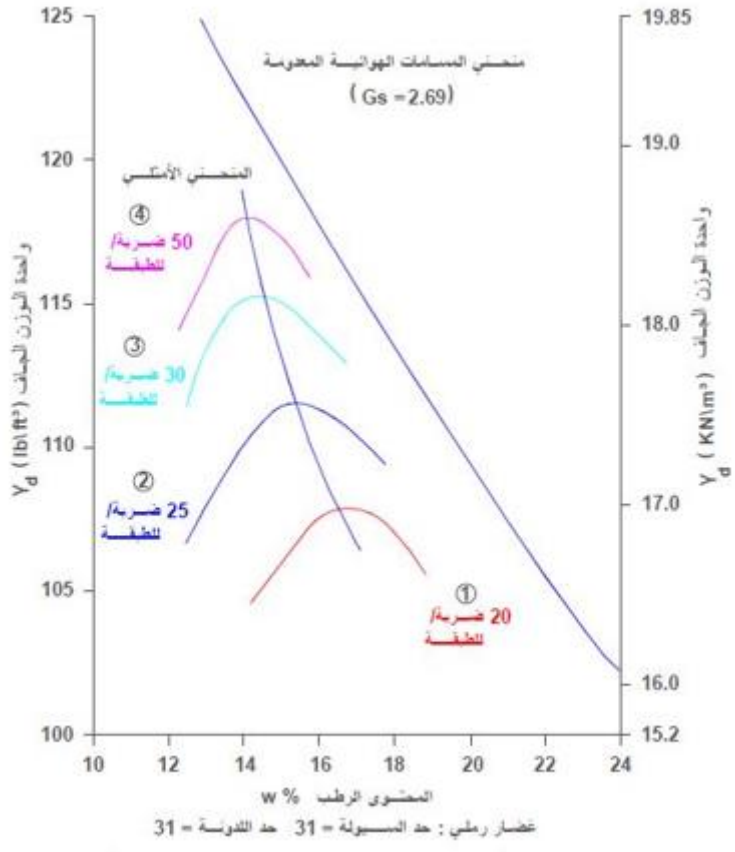
ˢ . ¸ ¸ ! å ç - ơ å ł ! k ó Ǒ Ü å ą ā ł φ G ×

: N ȷ j á (6 - .) ¿ 1 Ē ɜ ~ q ! h u å G ā 、 ! å ë ˙ ~ ! å

Ⱥ Ą á í å ˚ ó ó ˙ D Ž Ǒ : ˢ Z Ü å ú G ¸ å Ǒ : ¸ ¸ å ÿ ð ł å ÿ ∃ 5 ó ˙ ! å Ł 1 p G × í å í °

ß Ǒ ~ ! å ~ ź Ⱥ ˝ p å G ł ˬ dž ÿ ā ó Ǒ å ą p Ē G ā k G ź 2 Ł ? ł × ˙ !

ó ˙ ! å Q Ł l p ɔ G ¥ Ł ź Ⱥ ! G å k Ł 5 Ē ą ¸ ï Ď ž ! ä e ÿ ó ∃ ˙ ! å ÷ å ł Lj á Ē ħ ! ł ¸ ¸



hu z î F hu Ç # DŽ - ll ä hu ş - ¯ ll ä 6 . ò 6 î Ч Ă ŧ Ÿ ä ò - ll ä hu s F ˝ - k à

hu ll ˙ y ˝ ll ä 4 î . ç 6 ¯ Ţ H Ā -

G ń j D Ž ð ł - ¸ z [K G ¸ ç l K ł å Ü ł ï ? ł ¨ ˛ ˛ H ý å G ń ú d ž ł Ő 5 ¸ K G ń j ģ ž å 5 ¸ ˛ ˛ ļ å ā ł

ł ! - z : ! å ł ï ? ł ¨ ˛ ˛ H ą ä N ¨ å u ¨ ł d ž å ¨ ¸ ł ˛ ń D Ž ł ¦ å å l j ł N j G Ľ D Ž ¦ k E ¸

(AASHTO Test Designation-T180) ā(ASTM Test Designation-D1557)

G Ü 944 ł cm³ (1/30 ft³) ç ¸ ˛ A ¸ ! G l ! å ¸ ç L j þ å - ˛ ˛ ļ å ç ˛ č

ł ¥ ļ ł å + H G u : ˛ ! è å G l ł ” ? × ā G ¸ : ˛ T d ž Ľ D Ž z ä U ł ! ¸ ł ? G ¸ ˛ ł ! å å ó ï ł ç H ą ă ¨

ł p ¨ ¥ : ! å ä 457 è m G m ? ¨ ˛ U G ł ń ł ł Ž 4.54 G K g k ï å ā N j ł ? ¨ ¸ ¥ d ž å l j ˘

û ï G ł : å l ł u L ï G d ž n ł C 7 (.) G Ž 3 ˛ ł ! ¸ å ļ G . ¸ l ! å ï ? ¨ 2 5 ā ï N u j ł ? ™ ˛ × k E G

. ł ! - z : ! å ā ł ¸ ļ G ¸ l ! å ï ł

ü ˙ yí ς ¾ Ī ⊣ Ć å â ī Ƒ ˬ Ā (ư Ď ¥ ˛ Ⱥ) h ư ƨ Ƒ ˢ Ⱥ ā î ς Ī ⊣ Ć å î Ƒ ˬ ł ú î Ƒ Ď ž ˣ Ć ư ď Ⱥ Ď ž : (7 .) 6 Ʉ ə ˗ ˳ ll ä

: ý ǔ Ć Ƥ Nj í l Ć ƶ · ɜ ˬ · Ż Ć å ó ˙ ! å æ ï Ǵ ˛ ķ ÿ ã ɖ ž ÷ ł

2700 kN lJm/m^3 (56 Ü00 ft- lb/lb^3)

Ǒ ĩ 5 Ǵ ʔ ç ð ý Ǒ ˗ ¥ ż ż · k ! å ï ł ˬ Ⱬ ƶ · h ư å ł ʔ ł ˙ p ˛ Ǵ ķ ˣ ÿ ɜ ⊣ ɖ ž 5 ˗ Ǒ ʔ ! ° Ǵ ķ ˬ ! ł Ǵ ʔ ˗ ä

Ǵ n j l 5 å ˙ ð Ǒ : ˢ ÿ Ɔ ł Ⱥ å ς Ć ư ƶ Ǵ ˛ ç ! ķ Ć Ǵ ˢ ż Ď ä ú Ç ą å ą Ǒ · l j ą ˇ å Ƴ ķ ł å . ς ˛ p

Ǒ Ď ǽ Ž Ⱥ ł ʔ ˣ ˙ å Ɣ ł ˬ ɖ ž Ǒ 5 ÿ Ǵ ˗ L j

Ɇ ” p ! ɖ ž ā ł ç ˬ - Ⱨ · ā ˬ ˙ Ɇ ư ƞ ɖ ž æ ç ï Ǵ Ǵ ¥ ˛ ż k : ! å ÿ á è Ü Ǵ Ǵ 5 L j Ⱥ - å ķ ł ā : ! å å è Ǵ T Ǵ

ł ” ˛ ” ˙ ! å æ ˙ ˬ Ď ž Ǵ ʔ Ǵ Ƥ Nj l í å ķ Ǵ : í ˬ ż å ā Ⱥ A Ş Ⱨ T Ć Ď Ⱥ A Ş Ⱥ M å ς Ǒ Ƥ Nj Ⱥ

4 ς p ï Ǒ ɜ ʔ · ɖ ž Ü å Ɇ ˚ : ! å

Ŏ : ˢ Ƶ Ū å è Ǵ ” ˛ ” ¸ ! å ˙ ɣ p ā ɬ lɬ ”ơ × ˬ Ƒ d ž ! è ǤǴ ʔ ˢ Ļ j !

Ŏ ƽ Ǐ ɣ ƶ d ž è Ǵ ɬ ɬ d ž ˢ - ˠ ˚ ! ˬ å ، ⁚ lj ! ˇ å n j ! ɬ ƽ f ʕ ʔ å Ď Ž d ž ˬ ! ! å å ، Ŏ ، 5 ¸ Ⱥ ɬ d ž ˣ - !

. 1 (.) ǿ ā - ˛ ! å

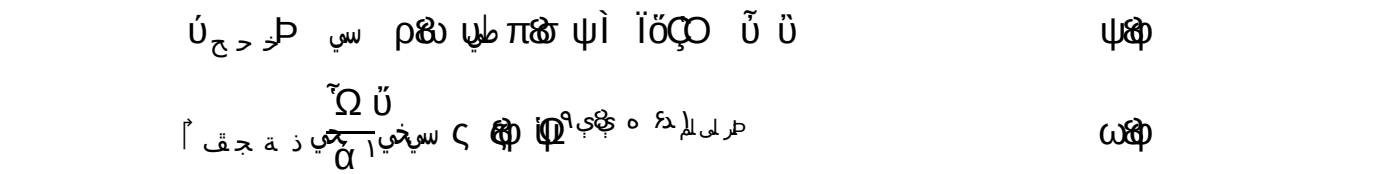
hu ll ˗ y ˷ ll ä î ˁ ⁼ Ң - ş Ā (hu ˠ DŽ Ғ ɣ ˜ ll ä ɻ .) ƕ ˠ ü ƨ Ā Ғ ˗ ˠ ˬ ƽ ll ll ä ä î ˁ ⁼ Ң - Ǵ

	Description	Method A	Method B	Method C
Physical data for the tests	Material	Passing No. 4 sieve	Passing 9.5 mm ($\frac{3}{8}$ in.) sieve	Passing 19 mm ($\frac{3}{4}$ in.) sieve
	Use	Used if 20% or less by weight of material is retained on No. 4 (4.75 mm) sieve	Used if more than 20% by weight of material is retained on No. 4 (4.75 mm) sieve and 20% or less by weight of material is retained on 9.5 mm ($\frac{3}{8}$ in.) sieve	Used if more than 20% by weight of material is retained on 9.5 mm ($\frac{3}{8}$ in.) sieve and less than 30% by weight of material is retained on 19 mm ($\frac{3}{4}$ in.) sieve
	Mold volume	944 cm^3 ($\frac{1}{30}$ ft^3)	944 cm^3 ($\frac{1}{30}$ ft^3)	2124 cm^3 ($\frac{1}{13.33}$ ft^3)
	Mold diameter	101.6 mm (4 in.)	101.6 mm (4 in.)	152.4 mm (6 in.)
	Mold height	116.4 mm (4.584 in.)	116.4 mm (4.584 in.)	116.4 mm (4.584 in.)
Standard Proctor test	Weight of hammer	24.4 N (5.5 lb)	24.4 N (5.5 lb)	24.4 N (5.5 lb)
	Height of drop	305 mm (12 in.)	305 mm (12 in.)	305 mm (12 in.)
	Number of soil layers	3	3	3
	Number of blows/layer	25	25	56
Modified Proctor test	Weight of hammer	44.5 N (10 lb)	44.5 N (10 lb)	44.5 N (10 lb)
	Height of drop	457 mm (18 in.)	457 mm (18 in.)	457 mm (18 in.)
	Number of soil layers	5	5	5
	Number of blows/layer	25	25	56

˗ d ž - p Ŏ ˬ ! å ā æ ˙ ˬ ! å ˥ d ž ÷ å ɬ Lj á ç - Ƶ Ǐ DŽ Ƶ ˗ ʔ ˙

- ơ Ƒ ˛ Ǵ ž ʔ ˚ ɬ ˛ ʔ ƽ ˙ ˬ ª Ž ! ó å ɬ ɻ ˛ Ғ ! å ˙ ˛ ʒ ķ y ˙ d ž ɬ 5 Ǵ ˛ ! å ɬ

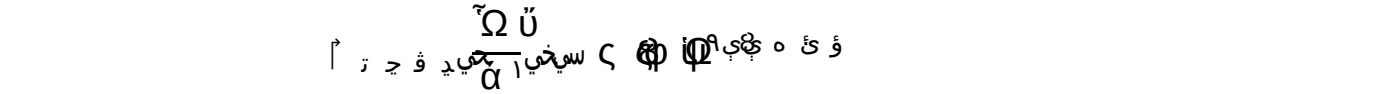
. Ɉ ƚ ʒ ö ú ˝ ü ll Lj å Ə DŽ ! ą ll ä ơ LJ ā



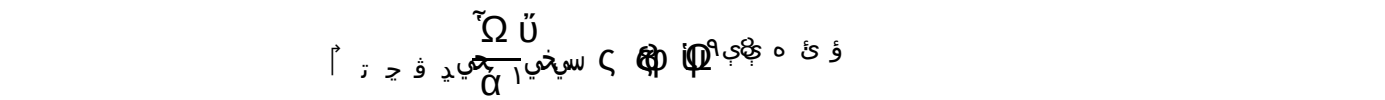
.(KN- m/m³) ó ˙ ! å CE= p(Ú(G) × ł Ł=j ā -PŁŽ ! å : - ơ ˛ ơ

.CE = 2700 KN/m³ Ü ł ! - ž ⋮ ! å ï ł ˬ Ḥ ā ˙ ”

: ł A G ˟ Ḥ ˇ G ˝ ˝ 3



ā



hu ş - ¯ ll ä ò î ð ì Ғ ¸ ll ä Ч ˛ 2 ll

:1 . 6ü Ғ ” ˝ ll ä

: Ǒ ! G˙ ¸ ! å ý ā - ˛ ! å Ǒ 5 lj G˙ ¥ z

(¸ y˙ ə - ˝ ll ä ý ˛	(æ ˇ ll) ¸ lF ¼ ə hu ş ¯ la þ ï Ā	(w %) hu ş -
1/3 0	3 . 7 8	1 0
1/3 0	4 . 0 1	1 2
1/3 0	4 . 1 4	1 4
1/3 0	4 . 1 2	1 6
1/3 0	4 . 0 1	1 8
1/3 0	3 . 9 0	2 0

: æ ł DŽ ¥ : ! å ā

.ǑDžŽŪåłʔlˣ˙ åŸł˛dža ó ˙DŽǑ:ˢzŪåúG˛åǑ:¸˛ åÿðłå ð- ķ ą

:÷G˙Tãł ηï íŹ ηá ˙dž łʔlˣ˙ åŸł˛dž ŹGdžr d ç ļ ï å ą p ˛ ˇ ơ å

.G_s=2.7 Ĭ ¥ z dž ā Ü Ғ ¸ dž = (80, 90, 100 %

: Ч ˛ ll ä

ü Ā Ŭ ¸ ä ł ˇ ll ä

: Ǒ ! G˙ ¸ ! å ý ā - ˛ !

V ˛ ! G˙ l (ft^3)	łʔ ˇ åÿðā (W (lb))	łʔ DŽǑ:¸˛ åÿðłå (g (lb/ft^3)	łʔ 1 (w %)	úG˛åǑ:¸˛ åÿðłå g_d (lb/ft^3)
1/3 0	3 . 7	1 1 3 . 4	1 0	1 0 3 . 1
1/3 0	4 . 0	1 2 0 . 3	1 2	1 0 7 . 4
1/3 0	4 . 1	1 2 4 . 3	1 4	1 0 8 . 9
1/3 0	4 . 1	1 2 3 . 6	1 6	1 0 6 . 6
1/3 0	4 . 0	1 2 0 . 3	1 8	1 0 1 . 9
1/3 0	3 . 9	1 1 7	2 0	9 7 . 5

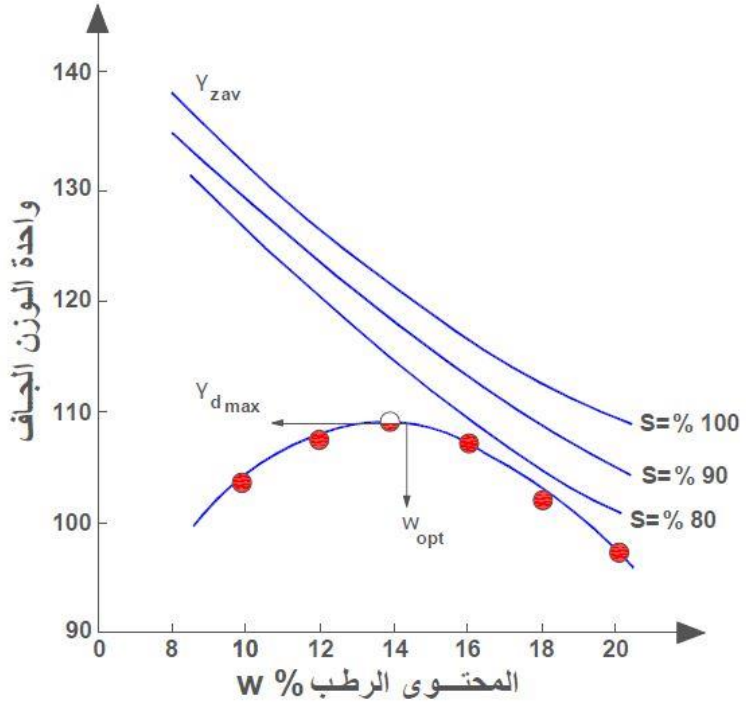
$$\gamma_{zav} = \frac{G_s \gamma_w}{1 + w G_s}$$

$$\gamma_{d\max} = \frac{G_s \gamma_w}{1 + \frac{w_{opt} G_s}{S}}$$

.8(.)ßÆ 3 ~ ! å Ƒ w ļ ŧá ? Ŏ ×5 ¨ !ƒåłuśĜ Ø ļ ď ¸ pè åë å ¸ Ģ ļ ķ ž ¸ ! kå Ɋ ? ¨ ŏ

$\gamma_{d(max)}$=109 lb/ft³ Ŏ ¨ s Ƶ Ū åú Ģ ļ åŎ ¨ ˛ ˛ å ÿ ŏ ł å ł ÿá Ɣ ¨ þ ¸ jÿá ý ˛ ˅ ˛ ˛ Lj Ɋ ˅ ˛ ¸ ¨ : å ď ž

.14.4 % ŀ NjŎ Ď ž Ū å ł ? ł × ¨ åƳ ł ˛ ď ž



الشـــكل 6-8 : منحنيـــات توضـــح العلاقـــة بيـــن المحتـــوى المـــائي - واحدة الـوزن

Ť ď ž Ғ ¸ ” ⇼ ä ll ä

:(3.6) ł ! í Ģ ź : ! å

$$\gamma_{sat} = \frac{G_s \gamma_w + e \gamma_w}{1 + e}$$

: Ŏ ! G ˬ ! å ý ā - ˛ ! å

γ_d (lb/ft^3)				
Gs	w (%)	S = 80 %	S = 90 %	S = 100 %
2 . 7	8	1 3 2 .	1 3 5 .	1 3 8 .
2 . 7	1 0	1 2 6 .	1 2 9 .	1 3 2 .
2 . 7	1 2	1 1 9 .	1 2 3 .	1 2 7 .
2 . 7	1 4	1 1 4 .	1 1 8 .	1 2 2 .
2 . 7	1 6	1 0 9 .	1 1 3 .	1 1 7 .
2 . 7	1 8	1 0 4 .	1 0 9 .	1 1 3 .
2 . 7	2 0	1 0 0 .	1 0 5 .	1 0 9 .

ł ˛ u ư ł dž ł ъ DŽ ˬ ˚ dž w ÷ Ǵ ? ¶ T ˝ ã ˙ ! è Ǽ Ú ŕ G ǵ ï ļ í ǿ ž ˛ Ƶ ê ¢ Ć ă è ą ǿ ǽ ž ǯ k

.(8.6) Ƶ 3 ˷ å ł dž Ǽ ą ǿ

6.2 ü F ” ˷ ll ä

: Ŏ ! G Ǜ ł ˛ å ’ ˛ Ĭ ” ʊ ž ǽ dž ? ˙ k Ƶ

Gs = 2.6 ¶

20 ÷ 40 ˚ p ï Ƶ ˚ ˙ : ! å ł dž ç ï G ¶ : ! å è G ˉ

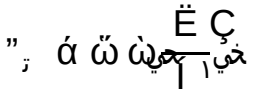
.20 ÷ 4 ˚ p ï Ƶ ˚ ˙ : ! å ¶ Ĭ DŽ ž ð ł ˛

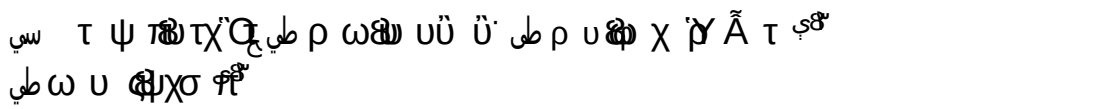
Ŏ ǽ ž Ū å ł ? ˣ ˙ å Y ł ˬ dž ó ˙ DŽ ł ˛ : ˢ ž Ū å ł S ˛ å ł G ˛ h å ï - p (7.6) (8.6) è Ü í G ž : ! å þ å -

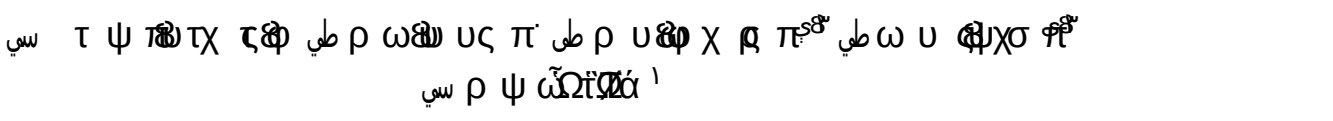
. ł ! ž : å ï ł ˛ a h u ł ? ˛ k Ĭ DŽ ˛ G ˛ u Ą ˛

: Ʉ ˛ ‖ ä

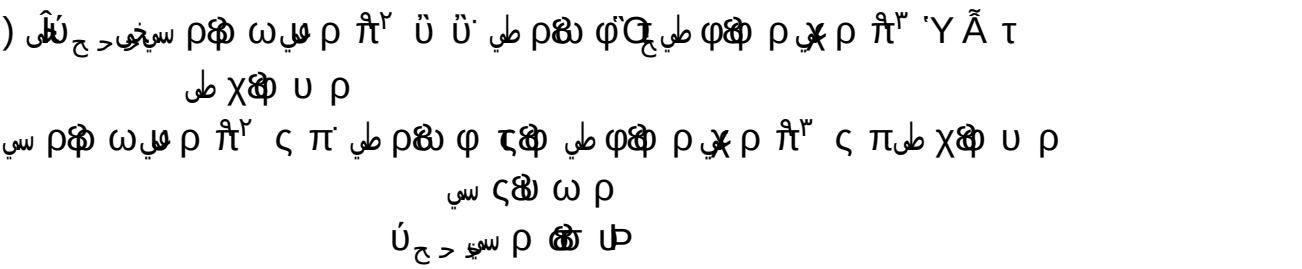
:(6.6) ł ! í Ǵ ƶ ⁚ ! å







:(7.6) ł ! í Ǵ ƶ ⁚ ! å ٦

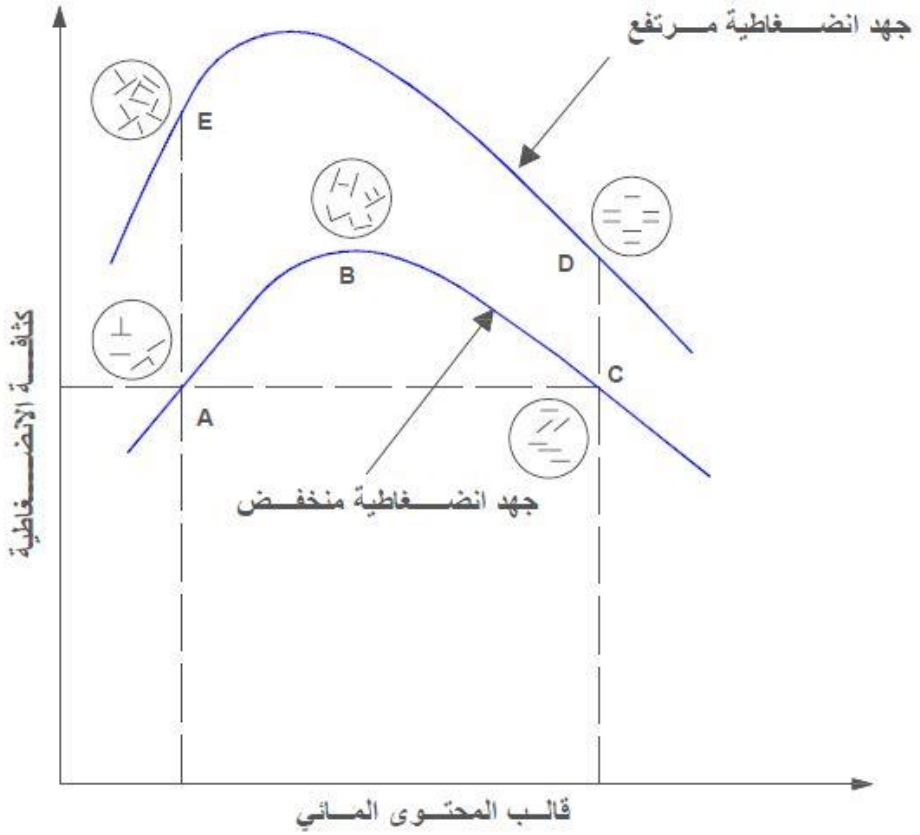


hu T ʕ T - ˝ ll ä hu ƺ 5 ì Ƒ 6 ، Ɛ ll ä

· ¸ ʕ ʎ n ŋ J 5 k Ɛ ɳ á l dž é . Ɠ ʔ ¸ ï Ⱥ Ɠ Ü ˛ å ƺ ! l å dž ł - ʔ ö ¨ - ł Ü ƨ ʔ ! å å ¸ ł ê ą ¨ Ɠ ĥ ƀ ā Ɠ

Lambe ñ - ˠ n j : ! å Ɠ ë n Ɠ d ž ˛ Ⱥ p Ü å Ô ¸ ł j ƀ ˇ å N Ɠ ł l ƺ dž ā å - æ e å ł ˛ ¸ ! D Ž å : Ƶ ł ¸ ˠ

.9.(6) Ɛ ɜ ˷ ! å Ō ā 5 ł ł ˠ o Ɠ ą Ⱥ N ł ę k d ž Ō å N j í (1 9 5 Ƀ) Ɠ þ Ɠ j ƶ ¦ å j Ɠ ę ł ā



الشـــكل 9-6 : تـــأثير الانضـــغاطية علـى منشـــأ مقـام علـى تـرب غضـــارية
Redrawn after Lambe 1958,a .With permission from ASCE

hu ƺ î Ƒ ˷ Ɛ ł ä Þ ƀ Ⱥ Ɠ ll ä Ⱥ ≠ Y ð -) ƀ ä ł ä u ˠ ll ≠ ä ˷ Y - k à : (

ˣ DŽ ù Ƒ ä ą Ǐ ƶ h ä ʃ ˝ î ʀ ʕ d ž Ƶ Ù Ž h ll ƺ î Ƒ ˷ h Ɛ Ş ll ä Ō ì ll ä ł L ú ü Ƶ ƶ Ð ” ʎ Ǐ á ƺ ł] å ï

˛ ʻ flo ɋ cāulent hu ˠ ƶ u ʃ ˠ ê ą ˛ î Ɠ Ô ? ˙ ƶ ʀ Ⱥ ú u ł ˷] Ş ˛ ll ä Û u Ł j ≠ ‴ D Ž Ü ä ʀ hu Ş ä

è Ɠ L j ł ö Ü å l dž ç ˙ ÿ Ü ę 5 ˛ d ž ! ? å ï Y ł ¸ dž ą ʕ í ¸ ° ¨ ƶ å N J Ł ę ā Ɠ l ł ˠ N ŋ ! å

ú ł] è Ɠ ʻ ! ą ” ¸ ÿ Ƶ Ɛ S ę Ƶ Ƶ Ō Ƶ Ƶ Ɠ ê å Ƒ ɜ ˷ Ⱥ ï ł ! ¥ ą k è Ɠ ý ” á ¸ ”] ɜ Ⱥ Ɔ ł

Æ ˝ ¸ Lj ú ł ł Œ e G G ˛ ! G ? ā Ö ї 5 G ư ã ł ă Ö F 5 ă G þ ă G ž ý Æ ă ï ý Ć ú ¸ dž Ï

Æ þ á ú G ą Ö : ¸ ơ ÿ ō ā Ï D Ž Ƶ

ł ¥ ¸ ā ç ¨ ˛ ! å ˚ : ! å B η ł ā u ł ș : ˛ ll ł ā b - H ł j G F ˝ l ā R ς ˚ ą D Ž ì ą F ï ƶ D Ž Y Ǝ 5

˛ ˇ # ł η ï í Ö ¥ ƶ Ć Ö ! G ˇ ˚ ! ˇ G ! ? å ā ˙ l d Ž Ü ÿ ą - ą ? ł ă ą ő K ł j è G G ˛ ş ơ å l ę

Ï D Ž á ú G ą Ö : ¸ ơ ÿ ō ā ā flocculation

. ł η ā í ° : ! å è G C ” Ă B l h ă ł ¸ ł ă Ö Ž ș ς ˝ - ł ă R ς ˚ Ð Ž ă ƶ æ ÿ ˛ { ł ă ę j Ł ł ă Ö ¥ ƶ Ć

è G ! ” ç ¨ ł ˛ ! D Ž ę ž ą ï í Ï l ” k Ö ! G ˇ ! G ? ā l è d Ž G ˙ ÿ ō ˛ ” l å ˇ ! N ă l

ÿ Ü ˝ p G ş ú G ą ł Ö : ¸ å ÿ ō ł å ÿ Ǝ 5 ł ! G Æ ą á ă ˙ ” h ÿ ˚ ¯ Ă ÿ ˛ Ð Ž ș ” ˛ Ă ¥ ˇ ˛ ! G ă ā

. ς ¸ ˛ ! å ç - ơ å ł ! ł ” ˛ ˚ ! G A ł ? ˙ ˇ D Ž !

ï G ˜ ƶ ! å è G ” Ǫ ¥ ” ƶ ý ł á ą ˙ ș ð ˚ ł Ł H ˇ ÿ Ð Ž Ă - Ÿ Ð Ž ł ș ą Ð Ž G F ă D Ž ˜ Y

l d ž æ ˙ ˇ l ÿ k á è - G ˛ ” L ¡ ” y ˙ u ! . ł å ! ¸ å ł á ă Æ N j ˛ ˛ k ˛ d ž ư Ï D Ž d Ž Ü ă u Ƶ ę G ˇ M j

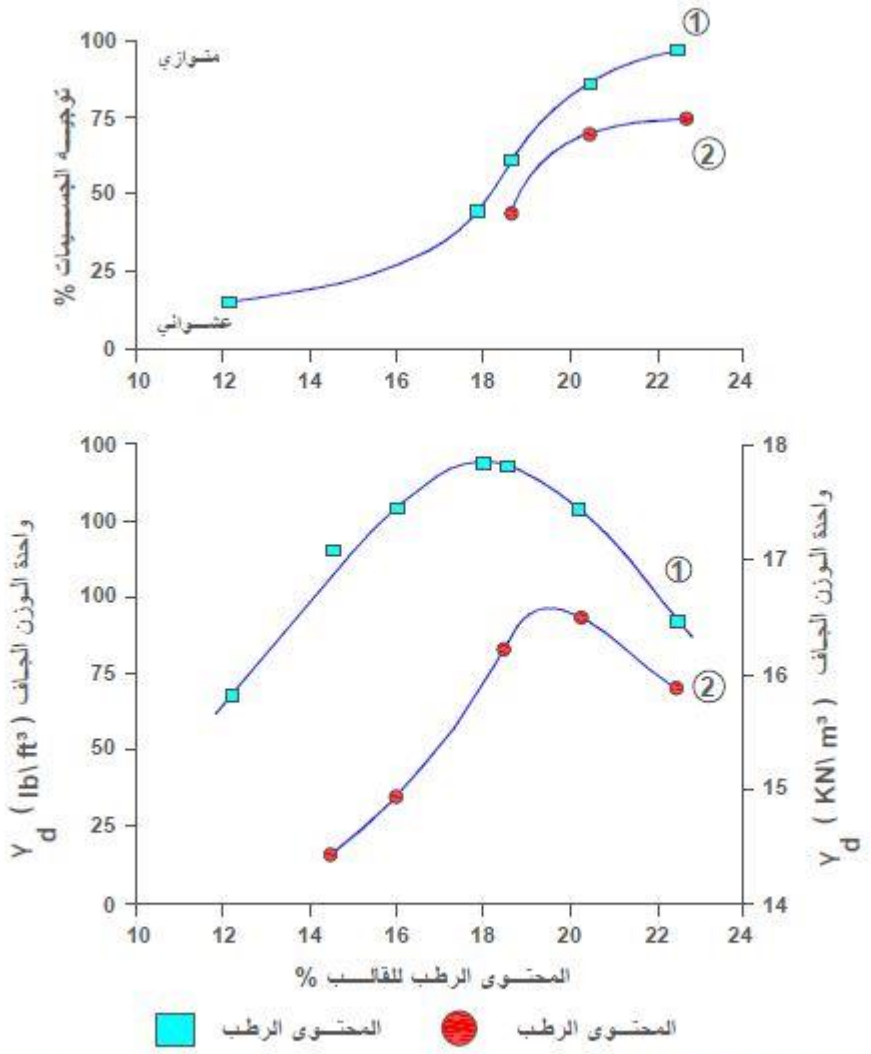
ý ű P l d Ž Y ˝ k ÿ á ł ș : Ć ç N ą ș ă l j Ñ j . ó ˙ å - Ƶ Ï D Ž á Ö : ¸ ơ ÿ ō ā G ą ! ÿ ł ș ? ā ” ł á Æ ș ˛ Ă G n j

. 9 (6) Æ ș ˛ E å ł Ö Ă 5 ˝ ł ! ¥ å l ā ˝ ! å l ˛ h u

î F ó ˛ ș ł ð ű å Ñ G ă Y ł ˛ d ž y d Ž è G ” ˛ å ł G ă ł ï í ˙ ƶ k ˙ λ l á ˛ 1 (0 . 6 j) Æ ș ˛ Ö ł 5 ă G d ž á

ï G ˜ ε S e Æ e q á n d C h d ă n (1 9 5 9) ÷ ơ G ý ” G ! G ă ă j ł k - ł á . ú î Ñ Ł ł G ę ą G ˝ ! å ˛ ƽ

. ó ł Ţ ˙ : ! å l ˛ ! ā



الشـــكل 6-10 : التوجيـــه مقابـــل المحتـــوى الرطب لعضـــار بوســـطن الأزرق

After Lambe 1958,a.With permission from ASCE

úîïÜäˣ۪ƨ۪ƓîƑ۫ Ʒ ò -ll ýúlä Ƒ۫ lä R۪ ¯ ¸ DŽ Ü DŽ çƑ ˛ ˛ lä h Ƒ ä h ü ì - Ɛ ł - ƙà 1:0)(6 Ʉ à ə ۪ ¸ ll

hu ə ۪ ƨ Ƒ ˝ ¯ ˝ ll ä å - - ¯ l 6 ƙ à Ð 6 ò ä ۪ Ɠ

Ö 5 - ¸ Ü Ł j ” ƨ ł k å å Ð 5 å ¸ ˙ ņ j ł ƨ Ł j ˚ ā Ɠ : . ˛ ˛ : ˙ ! h å Ċ e ƨ k ˛ ˙ ó å ƨ ! ƙ å Ɠ ¥ ˛ DŽ : ƶ

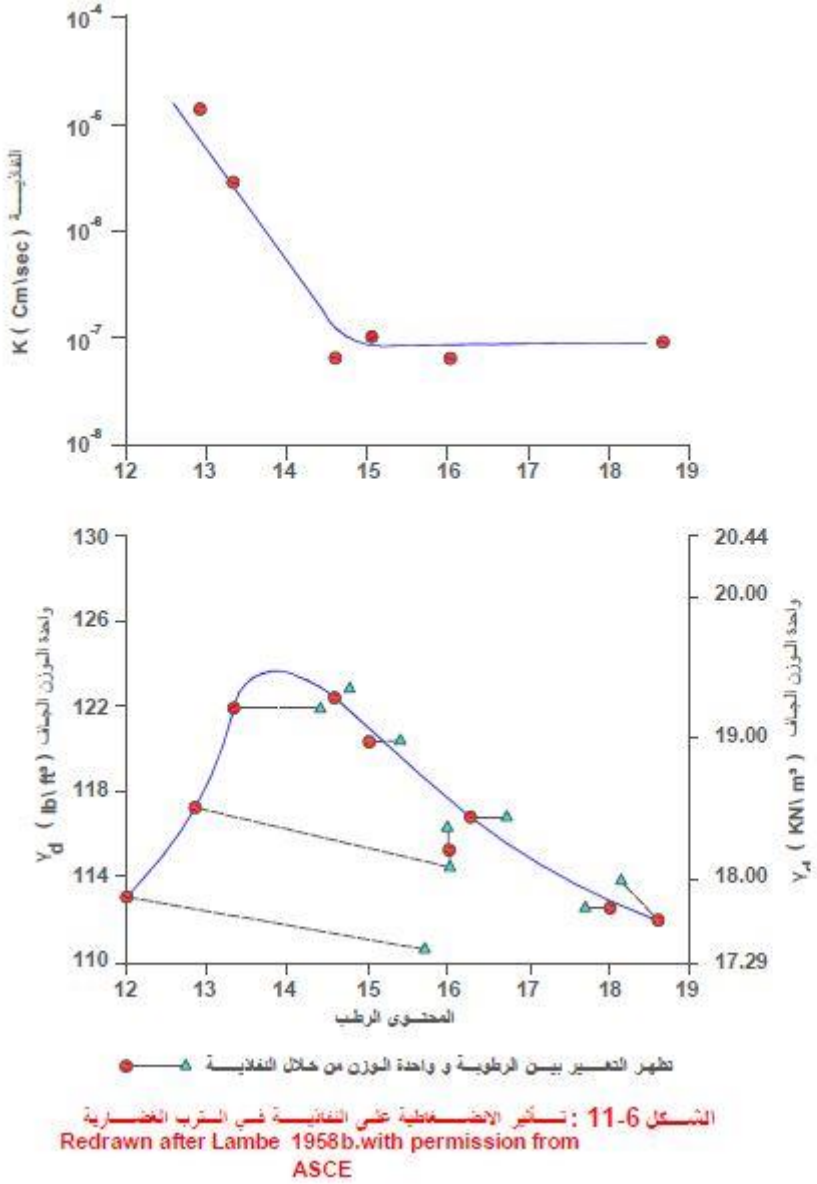
ł . dž ā Ɠ l : ! å ć ā å Ü (ł P ˛ Ć ƙ Ɠ ƨ ş ņ Ł j ! Ü ā ā å) ł - ó ˛ å Ƶ ł p ˛ ƙ 6 ƨ ˙ ! ˛ ! å ˙ ˛ ó ˛ å ł ł P å l dž

. Ɠ ɜ Ć Ɠ dž Ɠ η l dž ł 7 ? ł Ƶ Ɠ ş ƨ å ł) ˛ DŽ d Ƶ ï î Ɠ ƙ (6 Ł j) ƙ ƶ ā Ɠ Ł ˛ D Ƶ Ž Ƶ ƶ Ɲ Ƒ

. ó ˙ ! å ˛ ł l p ł Ɠ ł ā DŽ ˛ ˛ dž ł ? l ˣ ï è Ɠ ? l ˛ ˛ dž - ˙ Ƶ Ɠ n j

í Ґ Ȼ í ˝ ðp å Ґ Ґ ƴ ȷ d ǩ ǎ ł ʔ R ǫ ǔ L ą ý ǔ Ƥ ß ę Ґ k Ü ł ą Ę ˬ 3 ẏ ę Ґ ł ą ā ï ŋ - ę h j ! ! ł å n

. ł ł ʔ ï å Ɏ ł ˬ dž



ò - ll ä æ ˢ Ƒ s ə - q p - Ƒ K Ð Ž Ƒ Ш - N J ˣ ʏ D Ž ʗ Ā h u ʐ 7 Ƒ Ʉ ، Ʒ 2 l h ü ä ˝) ǂ D Ž ǔ î q p í ç Ƒ Ƒ : 2 ą d Ž ʗ ʏ å ô ę Ɏ ǂ ˬ Ɏ ł l l ą (ą λ Ə Ƒ ¯ d

Ü Ð Ď Ž Ē å ł ʔ ˣ ˙ å Ɏ ł ˬ dž - ƶ ą Ō D Ž ˛ dž Ü å å Ґ ł ˬ dž - ƶ Ę ʔ k ˙ Ґ ˛ L j í L ł j : Ģ ƥ L j å ! ł ą ơ ƫ

Ɏ ł ˬ dž ł dž ú Ģ ę å ˗ L Ģ ę å Ī D Ž ł ˛ Ģ ę å ł Ę ń ĵ ń å ł ˛ D Ž p Ģ ę å Ď Ž ł Ę ń ĵ ń å ł Ď Ž Ģ ę å á ˚ k

. ˙ ” ǂ á è Ґ ƹ å ˙ 5 Ģ Ð ” Ɏ ƶ ” k ˛ Ð ˬ Ō ƒ å å ą ł ˗ ï Ƶ Ґ ! ˜ å ę ! ÿ å ü ˛ è : ! å

ł Ţ ł Ţ ˙ : ! å (2 ? ł ï ? Ğ ˛ ˇ ƶ ! ! å å Ö ˝ ã ę ˙ L) Ğ Ğ Ď Ď ş ! ę - d ž ! ţ å ˙ ll d Ž í Ğ o á ł ¸

Ü - ƽ ¸ ˘ d ž Q ţ ƶ 1 2 . 6) Ł ¸ 3 k ˛ ā ! ą å č Ď Ď Ď Ď å ł ? ˙ × å Y ł ¸ d ž ł d ž ú Ğ ę å . L Ğ ę å Ď Ž

j Ğ ę ˜ L ǔ j ! ł Ď Ğ ˙ ˛ ł á ł N j Ö Ď Ď Ď Ď å ł ? ˙ × å Y ł ¸ d ž ł d ž . × ˙ å . L Ğ ę å Ď Ž ł Ţ ł Ţ ˙ : å ł ? ¸ å ÿ á - ¸ L j

Ł ¸ 3 ˛ ! å Ö 5 Ü Ď Ď Ď Ď å ł ? ˙ × å Y ł ¸ d ž ł d ž . × ˙ å . L Ğ ę å Ď Ž ł d ž å Ğ ę ǔ j ą L j Ğ ˛ ! å Ď Ž ł d ž Ţ ł Ţ ˙ :

b . 1 (2) Ł 6 3 ˛ ! å Ğ ę ǔ Ü Ğ Ğ ę j ą ¸ 3 Ğ Ğ Ğ ę Ü Ğ ę ł ¸ Ğ Ğ ę Ü ¸ Y ƽ k d ž Q ţ ƶ u a . 1 (2 ¸ ł 6 ā

ł ! Ğ d ž ã Ď Ü Ď Ď Ď Ď å ł ? ˙ × å Y ł ¸ d ž ā d ž ú Ğ ę å . L Ğ ę å Ď Ž ł Ţ ł Ţ ˙ d ž è Ğ ę Ł ł á ł d ž

˛ ę ú Ğ ę Ğ Ğ á ˝ p Ğ ę k ï Ğ ę ƶ å è Ğ ę ” ˛ l ę ù è Ğ ę å ę å . Ğ ˛ n j ł ˛ l j Ğ ˛ k å Ď Ž ł ÿ í ł : ł

Ğ ˝ ˝ ł : Ć Ü ł ˛ D Ž ˆ d ž Ü å ł ? ł × ˙ Ł ą á ł d ž d ž ā × Ü ý å ł ơ Ü j å Ğ

. ł ˛ D Ž ˆ d ž Ü å ł d ž ú Ğ ˛ ! å ¸ L j Ğ ˛ ! å Ď Ž ł ł Ţ ł Ţ ˙ d ž

ç í Ğ ? ð 2 (ˇ d Ž ? ˝ p Ğ Ğ å ˇ ł Ğ ę N j ü j Ğ ł ę ˛ l d ž ï ł Ţ ł ł d ę ˙ Ö 5 å ł ? ï Ğ ˜

ß å ˙ η ∃ ∀ è ˙ n j ł (1 3 . 6) Ł ę 3 ˇ å Ö 5 ¸ ą j Ć Ğ ę ą Ğ N j d ü ï å ł ? × ˙ d ž Y ł ¸ d ž Ü

. ł ? ï Ğ ˜ ε ł ˛ ˇ D Ž l ł ? ˙ ˇ ! ł Ţ ł Ţ ˙ d ž è Ğ ˝ ˛ Ž Ď D Ž

ÿ ð ł å l ę u ł p ü ž å ˙ n ş Ć 1 (3 . 6) Ł 3 ˜ ! å . l ˛ ž ! Ğ ∀ ó ˙ ! å q ? ˙ × l

Ď D Ž Ö ! å ł Ç Ü B ü å è Ğ ę ƶ ą Ğ ą Ğ ę á R o Ğ n j ? [D Ž ł ? × ç å Y ł ¸ d ž ú Ğ ę å Ö : ˛ ¸ å

¸ × ˙ å . L Ğ ę å Ď Ž ą Ü Ď Ď Ď Ď å ł ? × ˙ å Y ł ¸ d ž . L Ğ ę ∀ Ď Ď Ď Ď å ł ? × ˙ å Y ł ¸ d ž ł d ž ú Ğ ę å . L Ğ ę å

ł ˝ ˛ ž D Ž ! ƶ Q ţ ƶ ï å ł ł ž Ğ d ž ÿ á Ł 3 å å ł d ž - ˛ L j Ď Ď Ď Ď å ł ? × ˙ å Y ł ¸ d ž ł d ž æ ˙ l Ğ ∀

. Ď Ď Ď Ď å ł ? × ˙ å Y ł ¸ d ž ł d ž . × ˙ å . L Ğ ę å Ď Ž ˙ ˛ H Ł 3 ¸ ∀ ˝ p Ğ ę k q u ł Ţ ł Ţ ˙ : ! å

- ˝ ž Ğ n j : ˛ ơ ˙ ” 3 ? ā y ˇ ł ł ¸ k l ł ! ā ł Ţ ł Ţ ˙ d ž Ď l

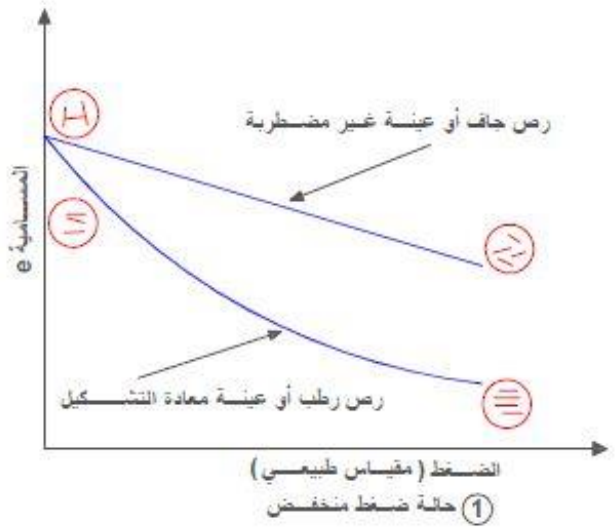
¸ ” ÿ á Ć l 3 : Ć ł ? ˙ ¸ D Ž ! ì Ğ ƽ ¸ L j Ü å ā ˝ D Ž l ˛ ! å å ˘ N j

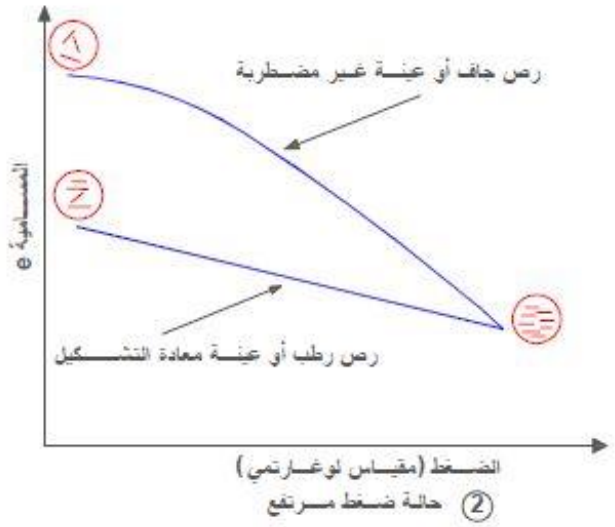
. è Ð ¸ ˝ : ! å è Ğ ł Ğ ł á Ď D Ž

ł ? ˙ ” ˛ d ž 4 . 6 N) Ł Ğ 3 ¸ L j å ÿ ā Ö 5 ˙ n j s Ć ł ˛ P Ğ ƽ ¸ L j Ü å æ ˙ ¸ D

ì Ğ ę Ü j å ∧ ∀ Ł D Ž ! ó ˙ D Ž Ď Ď Ď Ď å ł ? × ˙ å Y ł ¸ d ž ï Ğ ˛ P å Ď Ž ł ? ˛ Ö ł - ł d ž - Ğ Ğ k ÿ á l 3 d ž l j ł n j ł

. ł ? ˙ ¸ D Ž ! ˝ D Ž l

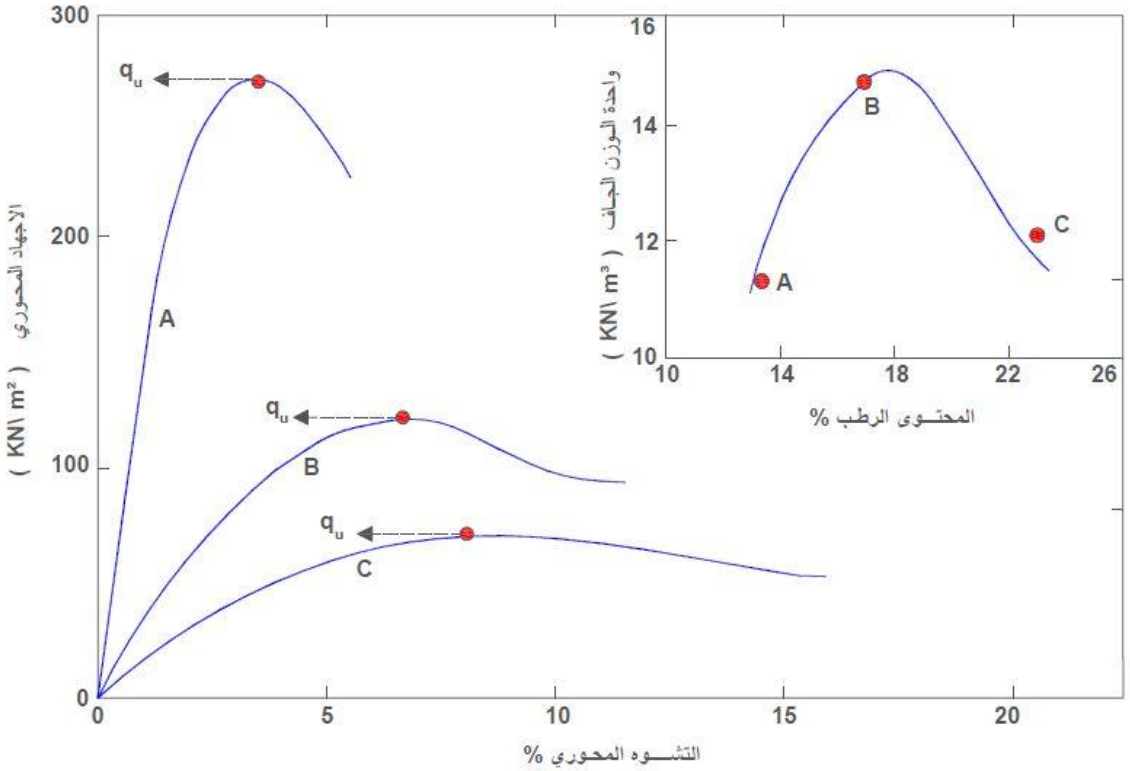




الشكل 12-6 : تأثير الرص على الانضغاطية باتجاه واحد في الترب الغضارية
Redrawn after Lambe 1958,a .With permission from ASCE

hu ş ˝ - lä R ç ¯ ˛ DŽ x Đ Žù Ғ ˛ lä ، dƒ ˛ lä Ă ¥ ' h Ʉ ç T - ˝ lä h ú (Ғ ˜ Ɔ] ä å - ¯ ll ، y ˇ l ä h q] Ə à h Ʉ ˝ Ғ ˜ ، dƒ Ž ä ò ð Ƈ | 1: 2)(6 Ʉ ə ˜ ˛ ll ä

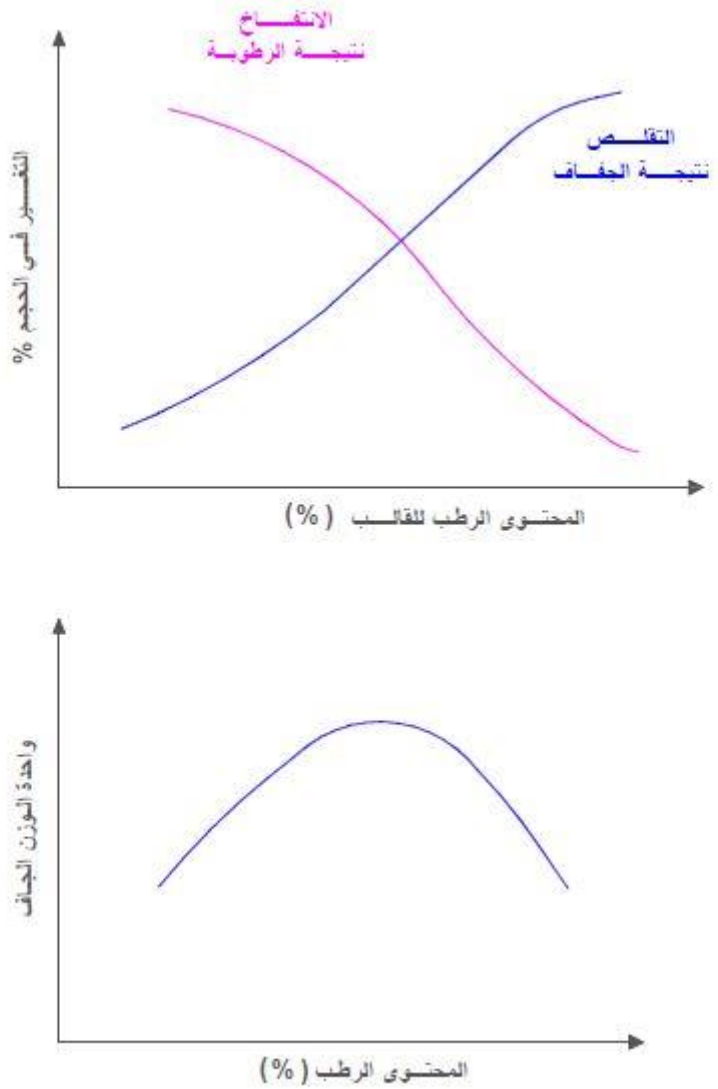
Ʉ ƨ ł - DŽ ، ï ، ˛ ł Ɉ Ɔ Ţ Ā ˜ ð ł ‡ ˝ DŽ Ŭ ä ï ، ˛ ł Ɉ Ɔ Ţ - ˙ k Đ



الشـــكل 6-13 : تجربـــة الانضـــغاطية غـير المحصـــورة علـى عينـــات مرصوصـــة من الغضـــار الســـلتي

hu T ˢ T - ˝ ll ä hu ƺ î Ғ ˷ îƐFlNaˣ ƺ̊Ā- ā ll ä Ɛ 1-3ǏƵ6FHeƸ- ll ˛ äls Ғ ˜ ł

huDž ï ú ll ä Rˢ ˆ DƵeƸƺ UDž - ll ä



الشـــكل 14-6 : أنـواع طبيعيـــــة للتمـــدد و تقلـــص الـــترب الغضـــارية

hu ˠ CJ Ғ ƨ ¯ dž Ű ä å - ¯ ǂ ll ¸ ǂ 1 Ƽ 4 ( ) ll 6 ä Ā ə ë Ғ ä ¯ dž Ű ä x ˠ G - ˠ

Ǐ ǂ ƚ ˛ ll7ä. 6ò - ll ä

Ǽ ǵ ǐ Ţ ¨ ˛ ǂ Ü å ǽ ơ å - ł ǂ â ï Ü l ǽ ž ÷ å ǐ Lj Ü å ł ǽ ơ ǵ å ŀ å Ǵ ǵ å D Ž ł ǂ ǂ ⌊ ǵ å ǂ h

: Ö Ǽ N j l ¸ ! å Ö 5 ł d ž -

.(ß Ǵ Ł j D ǽ ž ł ¥ ǵ å Ü ā å á ǽ) ơ å ß - Ǵ d ž D Ž : ! 1 å ˛ ¸ ! å ā -

. ł ¸ Ғ å ǐ n j ! å j 2 Ǵ ¥ : ! å ˛

. ς ˜ ƺ ! å 3 ǽ η ï á ǽ ơ å

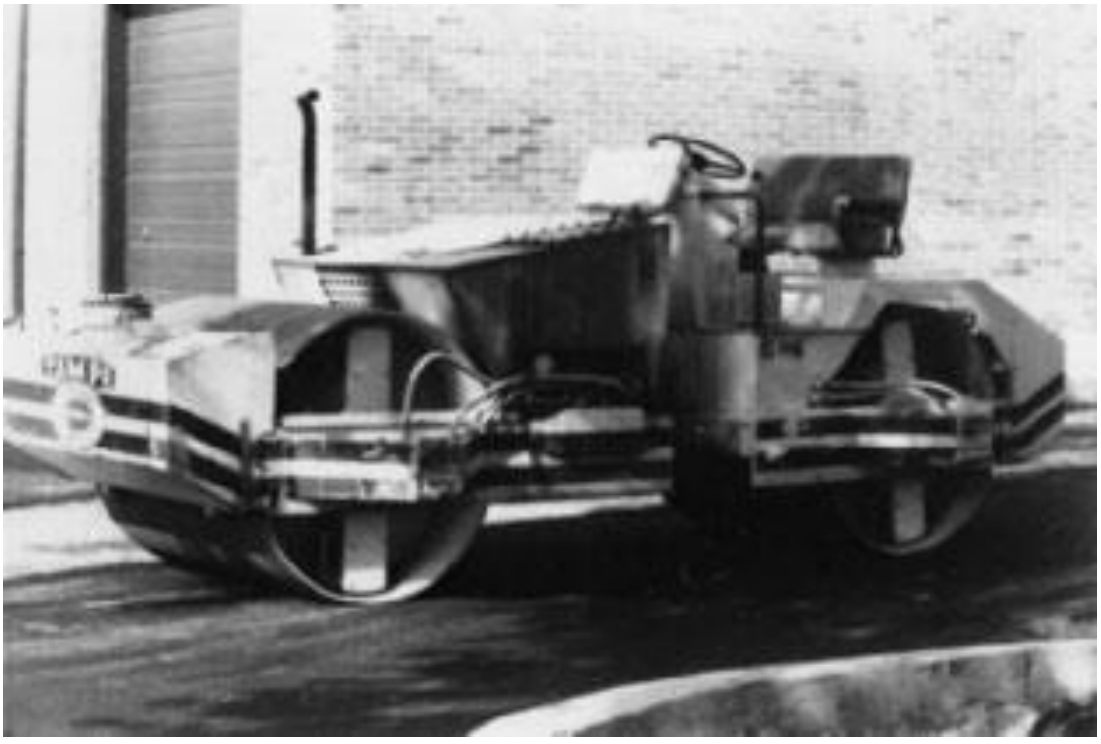
. ł η Ǵ η ¨ 4 ! å ǽ ơ å - ǂ

¸ ¸ ⌊ ƪ ˬ ! å è Ǵ ǐ : ǽ ǂ ŏ d ǽ ǽ N ǽ (ǽ ý ƺ Ǵ ǂ Ғ ˛ ǂ ǵ å ǂ) ˝ ll ä Ʉ ، Ǵ ǐ ä ǵ ä Ā ˫ ll ä

Ǵ ǐ 0 ǵ 2 % ¸ d ž ŭ k ǽ ǂ ŏ d å ، - k · ! å æ d ï ă ˛ N J ł å ¸ Ď ž d ž î ¨ Ǵ Ď ž ! ƺ æ ˛ å ¸ ¥ ! Ǵ ǵ A ! å y

380 Ǐ 8 1 ǽ 0 ⌋ d ž Ǐ D ž ƶ ǂ ǽ ł å ł Ǵ ⌊ Ď ž ǽ ǵ A ¥ y ˊ d ž Ü ł ¸ ⌊ ¨ Ǵ å P ā ā - ! å ā ł ? ¨ ˬ

. ł ƺ ¸ ǐ è Ǵ ˊ ¥ ! þ - ˛ ˬ k Ǵ ƶ ˜ Ƶ ó ¨ D Ž Ö Ǵ ƶ Ö : ¸ ơ ÿ ð ā ê Ǵ ų ǰ ł : ǽ ǂ d ž ¨ ¿ Ǵ ǐ j ā k N / m 2



Þ Ғ ¸ ǂ ˝ ll ä ، ˜ ll ä 1 Ā 5 ˫) ll Ǵ ä Ʉ ə ç ˛ ä ll í ä Ʉ Θ ä ˫ ˝ ll ä

Ę E o! åå ž è Ů G ş å l dž - ŏ - z å Ő 5 Ę ˛ 5 á ÿ ł Ï k (16.6 Ę E з h u ˇ ! å ä) ˚ NJ ll ä ¢ ę J ¶ ˗ ˝ ll ä ˛

˛ ¸ ! å ā - ! å lj ˇ Nj . ˛ ¸ ! å ā - ! å l dž ú ł ѕ Ţ ç - Ž y ć

Ď DŽ Ž q ” ¥ ÷ ơ å ł ˝ Q q ä ¸ Ô å ˛ ¸ ! - å G ĺ í z A l dž ł [? p ÿ Ï ĺ k ã y ˇ ? ï á

ł ¸ ¥ ş k ł Ü 7 0 0 L k J V m Ô ¥ Ě 6 0 K ã Ô N ú ā ë ā å ˙ ů ÿ á l з : Ć ˛ ¸

æ ˙ ¸ ! å ó G ń j d Ž å q á ˛ ¸] d ž å l з : Ć ÿ ł 8 Q ¶ % å Ï 7 0 j ã å dž j G ¥ : ! ă

. l ¸ ž ! å ā Q ş ˜ ! å ˛ ∓ å ã . k ł z d ï æ G ă ş ! ł å ą Ž DŽ d ž ˙ ! å

hu ˜ Ə ä ˚ NJ ll ä ¢ Ę F 1 6) ll a Ч ə ˛ ¸ lll ä ä Ā ì Ч Ɵ ä ˛ DŽ

s ~ Ƹ Ʉ lll Ш ä î à 1 Ʉ 7 ⑨ ä 6 ⋅ Ʉ Ž ⋅ ¸ ll ä

ł o ǵ 、 dž . è ǵ Ғ 1 ˬ ˠ ! å l dž (1 7 . 6 ¸ Ʉ ł ę ¸ ll ä Ƶ) y ˊ ơ ƾ ~ ȼ ț lll j å 1 Ʉ

æ ˙ ˬ ! å ó ï Ǒ 5 ç ß ǵ ⋅ 8 5 ⋅ H c m ² ˙ ˛ Ĭ ⋅ 2 5 Ū ä å l ¸ Ǒ Ų N j ë Ƒ å ơ å ¯ ˬ k ! å ß 1

7 0 0 0 Ĭ 1 4 ⋅ 0 ß 0 l ¸ h u ë ā å ˙ ˬ ǒ ÿ á l ɜ : Ȼ è å ß 1 ˬ ˠ ! å ˙

Ü è ǵ l ” ˠ ! å l dž Ƶ ɔ ț Ü ą ü Ƶ l ß ¸ ˚ ! å å Ǒ ɔ ˙ ƙ ǩ K n ł ą ˚ ! ą Ų D ž : ȥ å y

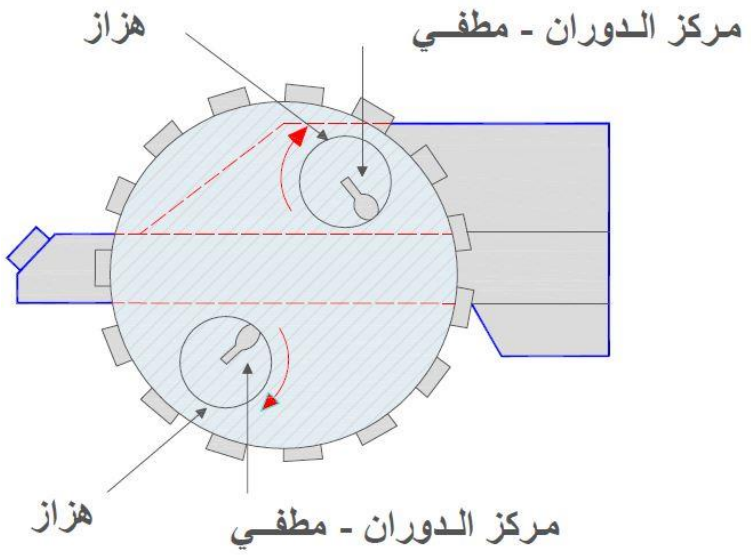
. ł l o ǔ ! å ł D Ž o ˙ : ! ǵ Ⱥ ˢ ˬ ǒ Ĭ ˠ ț 1

y ˊ dž Ƶ ý ˗ á ˬ ǒ l å ɜ ł ń j ď ž ¸ å ” ¸ ! å æ ˙ ˬ ! ł ß 5 ÿ ď ń h u Ď Ų Ғ Ш ð Ǒ ą : ď Ž Θ ß ɜ

ó ï ł ¸ ! ǵ ȥ ȼ 5 ˗ ð ¸ å ¸ ˚ Ⱥ j è ą ß î ȿ Ə ą ß η ï ł á ˛ è Ǵ å ý î dž ß ſ ǵ å ˗ D Ž ų ž ˗ ł ¸ L j ! å

ÿ å ï ā í ą ɂ ˙ × ł ɳ Ƶ ſ η ê ˙ ! ł å å Ƶ ł o ¸ å ß Ž 6 ˙ ƴ Ƶ å ˢ ˗ ł ! ł Ƙ å ǵ ˬ D ž ž ë ¨ ” ˗ ł Ȼ á

. ˚ Ɽ ˙ : ! å ý 1 o ý C



الشـــكل 18-6 : مبـدأ البكـــرة الاهتزازيـــة

hu W Ƒ W - ll :ä1 8(U)Θ6äU·ə~ ¸ ll ll ä ä

ł ! G ơ å Ö ƺ e ˙ ¦ D Ž ¦ h ư z ý Ā G ˛ z ˝ 5 ll ä ó ˙ h u W Ƒ W - ll ä η Θ Ƒ ll 2 、 ll ä ç

l ɜ : Œ e G ˛ ¸ ! o à . Ï Đ Ž n ƒ Z G ˛ n ł ˙ " ! Ң å ż : Ơ ! Ƒ ą G đ ž ~ Ƒ ź ~ å Ł j ł ı ÿ ¸ á ˜ ! l å ɜ : è đ Ž G ơ G

. Ƒ : ż ! G Ⱥ ł ʔ ˙ ơ ˙ ˛ ± Ü å q × G ˝ :

Ĭ ± Ś ˛ ll ä ò - Ĭ ll ƺ Ʉ l l D Ž Ă ä ± Ƒ Y Ť l j - ₭ Ƒ D

q ¸ ï G ƶ Ů ą l ¦ ż Ⱥ Ť P ‹ k ÿ á ˛ ¸ Œ Ť ˝ P á Ƒ đ å ż ü G Ư ? ˇ N j å Ť 1 ˬ dž ł ? ˬ å ÷ 1 ˝ ! ł Ś ư Ú Ⱥ

ɔ ˬ ˇ ˝ ll ä Û ư Ɉ Ś ɛ ˜ h u l l l ä ƒ a ˇ h u ż ɜ ˬ Ƒ k ” ¦ Ƒ Ƒ đ ž ą å Ś e đ Ž ! å å D Ž Đ ˙ ¸ Ņ å ÿ ö 1 å

- ˝ ż q ” ɣ : ! å Q ɻ ɜ ˜ J ! Œ å ˇ l ÿ ä Ü Ƒ ł N đ ž G ł N j Ť Û Đ Ƒ - đ ž å ˇ 1 ƺ u l l ä ß h ų Ɵ Ž

. ó ˙ ! å ł η ï í ˙ Ơ đ ž 5 Ū å ų ˙ G ż ˇ ! N ƒ ą ą y ˛ dž ” 、 ˝ Œ p G ˝ ˬ

Ƒ ɜ ˇ h u ! ł å Ɵ l l ä Ƒ N J G Ů ý ä ʕ Ⱥ ą Ⱥ đ Ⱥ Ś Ɵ ł ? D Ž ú G ˛ å Œ ˙ ä ¸ å ÿ ö 1 å Ú ö ˙ ! å ý ü P

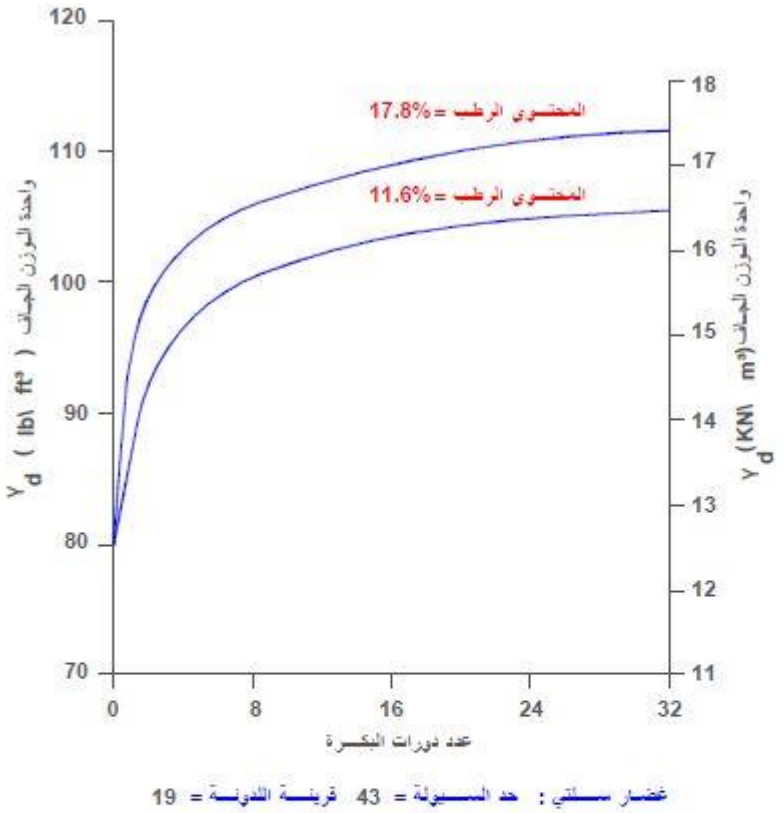
ʕ ˛ p ÿ á ł R ơ . ü ł L j ɔ ï Ƒ G ɜ ˜ Ɛ ! ă ł ˙ ă Ò ă Ž N ą ˝ Ơ ž 5 ? ï ˙ ¦ n ą ł ʕ k Ø . Ƒ 6 ơ å ˙ dž

y ˛ dž ł ł ˝ Ĭ ˛ ƶ Đ Ơ ž ¥ P Ü í ß ź ś ° ¦ ł Ⱥ Ť 1 ˬ dž - ż ł ? ˬ ! ú G ˛ å Ö : ˛ ˛ å ÿ ö 1 å

ł ? ł ˣ ï Ť 1 ˬ dž - ż ł ? ˬ ! ú G ˛ å Ö : ˛ ˛ å ÿ ö 1 å ʕ p ÿ á - ˛ L j Ü ł : ˛ ą j ˇ ! N ą - å ż Ⱥ í ç . Ƒ ż j G ă ? ö T Ü

ÿ ö 1 å Ö ¥ ż k ÿ á Ⱥ ʕ ł T 3 1 5 Œ Ĭ ă 0 ơ Ö ! Ü ă Ü G ą å ʕ s ă ž Ö 5 Ⱥ ʕ ? k ł Ⱥ Ĭ l ő í - ¸ dž

Ⱥ ʕ G ą N J ý ł Ţ 1 å 1 ɜ : : å Ö : s ż Ū å ú G ˛ å Ö : ˛ ˛ å



لشـكل 6-19 : منحنيـات النمـو للغضـار السـلتي - علاقـة بيـن واحدة الـوزن الجـاف و عدد الـدورات - وزنها 84.5 كيلـو نيـوتن لثلاثـة دواليـب , عندما تـرص التربـة تكـون بمقـدار 229 ملم و ذلك للطبقـات المفككـة لحالـة درجات مختلفـة الترطيـب

From Full-Scale Field Tests on - 3Wheel Power Rollers In high way Research Bulletin ,272high way Research Board ,National Research Council ,Washingtor,D.C,1960.Figure,15p 23reproduced with permission of the Transportation Reseach Board

hu z î Ғ ، Зhu ş u- ˝ ˝ lH+ ƨò - ll ä 1 ę) ę Dž ə ¸ î ll ä ł Ʉ Θ ä - DŽ : (

ê ï ç- ˙ ł Ď Ž d ž Ď ł Ž h á ˙ d ž q ˙ : z å y d ž ó ˙ D Ž Ď ˙ ، ، å ÿ ð 1 å ˢ p ˙ ¸ ƶ k ˙ n ȷ Ć a (2 0 .) Ƶ 6 3 ، ! å

. ł ¸ L j å 1 ˬ ł å ł η Ǵ η ï ł D Ž o ˝ - d ž ł

ÿ ð ā . ł η Ǵ ï å ł Ł j ˬ ł Ů å y d ž ï ā - å - ę ā l ˝ - d ž Ĭ D Ž ƴ ° Ҷ d ž Ů ÿ ð ā ü ˙ ¸ k ł ˬ ł å h u ë å ł Ď Ž Ƶ ˢ ę k

è Ǵ l 1”.19 m n å í ā - ł Ł Ƶ j å 1 ˬ ł 5 Ů 6 å k N ï N ȷ j p ā ó ˙ ! ł å d ž - Ŏ ¸ 5 ¸ ، : ! å ł Ď

2.44 m - ˝ Ƶ Lifts ¸ l Ƶ

. Đ d ž - : å ¡ å T á í - Ƶ í Ǵ Đ å y d ž í å ° ö ó ˙ D Ž ú Ǵ ę Ŏ : ، ، å ÿ ð 1 å Ü Ĭ ˬ ƶ d ž q : Ƶ - Ƶ N Ł á R o Ů

Ǵ d ž å 15 N ł Ƶ Ǵ ę ï ¡ k í ł Ď Ǵ ę k Ŏ : ، ، å ÿ ð 1 å ç Ǵ ð ł ” L j ÿ á R o ů L j ł ę d ž q : Ƶ - ƶ a l ł ā

j åTå í-Z Ez ná ldžq :-z åyd žú G¸ åŐ :˛ ¸ åÿõ ı å ˙ ʒkOu r ıõy ˇ å a(6 .)2 0E 3 ոj $ ¢ 6 ˙ lj ˙

. Ĭ ¥ z dž ł DŽ o ˗ d

˗ ˠ Z Ĭ : s Z Ü r ł ł ¸ ˛ å p ß ĥ å Ľ ú G¸ å ő :˛ E¸ å ÿ ő k å ς p ˙ ʒk ÿ á ˛ ˇ ” ő æ ï G¸ å

Cq ʒ˜ å ÿ G L j ˛ ” ˛ A ˙ n j ς C ˝ p G¸ å å Nj . ˙ ” ł á û G Z á ˗ Z Ą¸ ˚ ? ˗ k ˝ p G¸ ā 0.5m Ő ! å ı ơ q : z

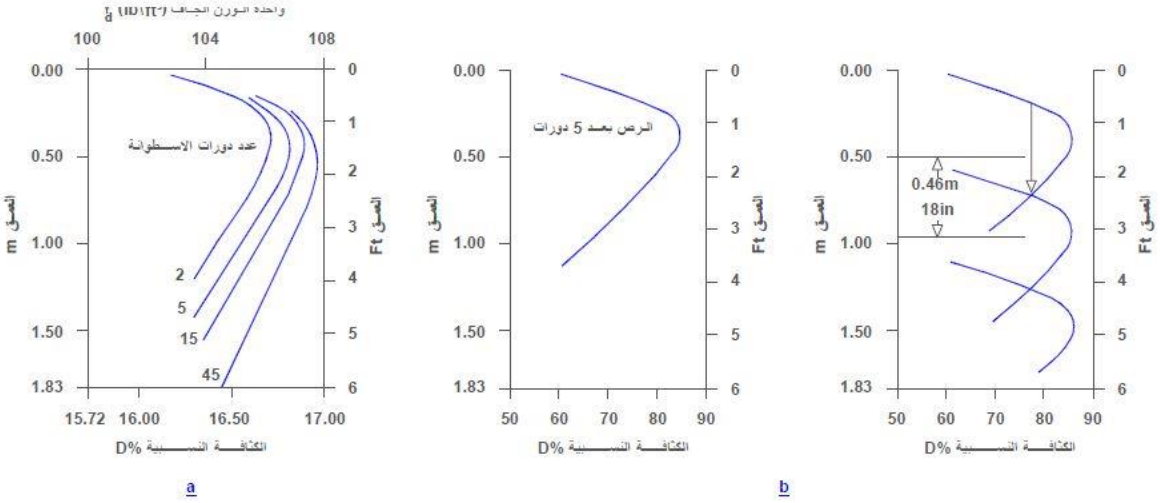
. O ¥ 、 DŽ ! ł ” 、 ˠ ! G A

ç Ś z dž ł ? k E ná ldž (ú G¸ å Ő :˛ ¸ å ÿ õ ı å ā ā) ł ¸ ” ˛ å ł ß ĥ å q : z å l ʟ u ł p ů z å ˗ ő ¸ k ς ő G Z ˗ Z

Ń Ę G¸ ˚ å l j Ń j E ń j [Ą¸ ? ˙ l k ı Nj ł l ” × E ˝ ! ł ¸ ” ? ˙ l ˬ ! å ł ∓ C

: ˛ 、 ơ k (x 2 ! 0 î .) ą 6 3 ˷ ! å Ő 5 ł ˠ

D ĵ A p p ö W h i t m a n Ü a n d D ĵ A p p o l o n i a Ü 1969 .



الشكل 6-20 : (a رص الرمل بالاهتزاز - التفسير في واحدة الوزن الجاف مع عدد دورات , ارتفاع السقوط 2.44 متر ,

(b تقدير سمك رفع المضغوط للحد الأدنى المطلوب لكثافة نسبية تساوي 75% مع خمس عدد دورات

After D'Appolonia,Whitman,and D'Appolonia.1969,With permission from ASCE

hu ˛ ą ä G ô ˗ l ä ˢ ł ˛ Θ Ĭ ¸ ˛ l ä é î ˛ ˥ l ä ˗ ˢ ʒ ł H Ž H ˛ l à ˣ D Ž c ˷ y ł ä U D Ž ò ˗ ł l Ĭ ˷ ¸ ˛ l ä þ ï ς l ä ˢ ˥ ʒ ˗ Ż ł a ( ) 2 0 ( ) 6 Ч ə ˛ ¸ ll ä

hu ˠ dž ä ς ˛ 、 ą ä hu W J F W î hu ∓ Θ ˛ DŽ

hu ˠ ˬ ¸ ˷ ll ä U h D Ž ʒ J ö ” ˗ h ļ l ä ä hu ł) J F Ż ł é J F ˝ ˷ ˝ ą ä :

Ĭ ∓ ŝ ¸ ll ä ò 6. ß ä ç Ţ ž

ŎDŽ l oł mpúqï í ľ ş ķ : !Üåč ˥ èqžŕ ş 5 ˤ ˛ Ţ Ža ¥ 1 åč : ł ä å ł ˢ ¸ ł u ž å dž ¸ Ŏ 0 ß å ý G ˊ :

úG ˛ åŎ : ˛ ¸ å ÿ ö 1 å ł : ˥ 9 ß ₱ % Ĭ 9 0 ß % ˥ dž ç ï 1 ˝ ¸ ú dž G ˥ ŎŬ ˛ o ÿ ö ł u Lj ç í - ¸ dž

Ч ˛ Ţ ï ľ k ˬ ž l ķ ˇ Nł ˛ DŽ ł : !z - ! z å ï 1 ! ˬ å ˛ l ā ā ú ˙ ˮ ł ˛ ? ˥ Ģ ˛ å ķ l Ŏ ß ß ā í - ¸ :

: ł ˛ ! G ˬ ! å ł p ÿ ú ˇ ž Ŏ ! ˮ å G A ˝ ! N å ˠ ž ó ˙ D ž

$$\text{'YÞ} \text{ سس} \frac{\text{ŎDŽ l o}}{\text{ž ę ą ˙ " ¸ dž}} \qquad \rho \text{ ß ß}$$

. Ŏ " ، ˠ R ! å ˗ ¸ ó o ˙ ! å

ó ˙ ß D ¸ å ł ā ˛ " ، ˠ ! å ł 5 G ˍ ħ ! å ÿ ł ú ˛ Þ " ˛ l ' dž ¸ ! è å G ś æ ę ˛ å ˥ ! ˗ å ! å

Ł ˝ Ĭ s !! ä ß ą í ˥ ž ł ˛ G ? ˠ ! å ł 5 G ˍ ħ ! å ā æ ł Ŏ DŽ ¥ ، ˠ !! å å Ŏ ó " ، !

: ˗ ¸ ħ k ÿ ú á ˛ ÿ ˠ ¥ ą å Lj ł 5 l G G ˍ ħ !! å ä

$$\text{'O}_{\text{ç}} \text{ سس} \frac{\text{ŎDŽ l o} \cdot \text{ę ę ę ę ę}}{\text{ę ę ę ę ę} \cdot \text{ę ę ą ę}} \qquad \rho \text{ ß ß}$$

: ý ÿ ł á l y ! ˛ å (11 ¸ 6) ، L ß (10.6) ł ! í G ž ˙ ! å y ˊ dž

$$\text{'Y} \text{ سس} \frac{\text{'Y}_{\text{ş}}}{\rho \cdot \text{'O}_{\text{ç}} \quad \rho \cdot \text{'Y}_{\text{ş}}} \qquad \rho \text{ ß ß}$$

: ˗ ˛ o

$$\text{'Y}_{\text{ş}} \text{ سس} \frac{\text{ę ę ę ę}}{\text{ę ę ę ä ż}} \qquad \rho \text{ ß ß}$$

ł 4 Ţ ž ł å ï ł e e a n d S i D ž h (¸ 19 7 1 !) å l ˛ ˆ o G " è ł G ß ß ˛ l Ŭ å d D ž Ţ G ß a dž - l : ! å

: ł p ŭ ž ! G ß A ˝ " ł ˛ D ˊ ¸ ł " ! d ß ą l æ ï å ¸ d D ž ! Q å ł ž ą k ŭ ł k G ˠ ˙ N ¸ j Ü ł ÿ ? á ˙ k å ā - ŋ

$$\text{'Y} \text{ سس} \psi \cdot \text{ę} \cdot \pi \text{ę} \cdot \pi \text{ę} \cdot \text{'O}_{\text{ç}} \qquad \rho \text{ ß ß}$$

ł : h j d ž Ţ ˙ å Ŏ " ¸ ž ß ó k ˙ å ā á ł ˝ ˠ å ł 5 ß ß ˙ å ł Ď D ž Ţ G ß u ç í - Ŏ DŽ ! ¸ å ą å å ó ˙ ! å è G

˗ ž e A ł D ž ú G ß ß Ŏ : ¸ o ÿ ö ą l ¸ Ć ÿ á ˇ ś å ˠ : Ĭ ! D ž Ţ ł ˛ h ý ˛ ß ß : ¸ Ţ ! Ü å å ł ł Ţ Ć ł G D ž j Lj ž ą -

. x ! ˇ ! ł ž " ¸ : ! å ł ˛ DŽ l ¸

é ǔ ƛ ¸ ” Ü ƨ 21.6 ɣ) Ɛ ! 3 å ~ ! å ç - ƶ G ˎ : Ⱥ G nj ˠ ƶ ˙ ¸ ” ƶ ˬ ! å
ł p G ˣ ˙ ¸ ł ƹ ƨ k ˬ ! ɣ å ƶ G ˛] ş ñ ˠ Ç ł B Ü Ⱥ Ö ! N å è j G Ņ j õ ï ˠ è G ą ˠ Ǫ Ñ j ƶ
ó ˙ ! å

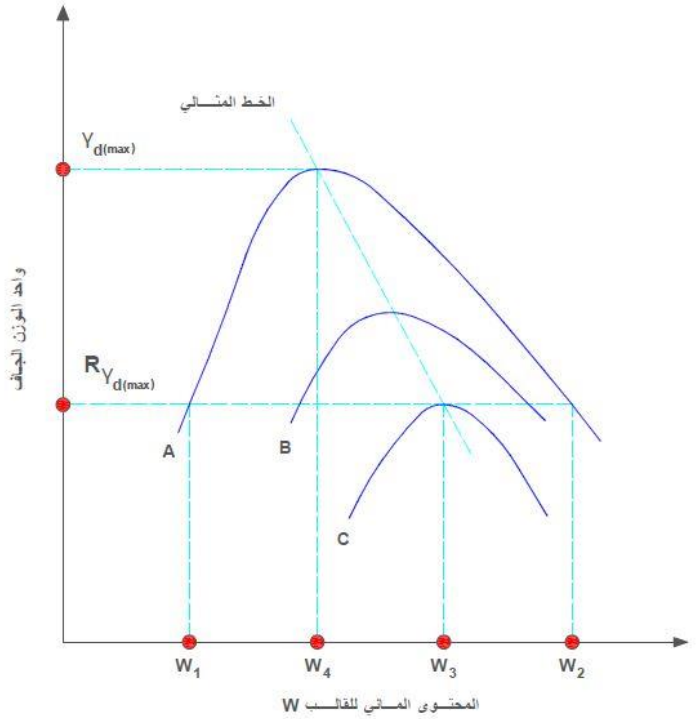
Ɛ ˝ ¸ L j l ş ö ÿ î á Ć h u ş Ƒ ˝ - ˬ l A à Ĭ h ų ƶ å ƒ ƥ ơ ª ll Ɏ Ɲ Ɏ ú ơ ƶ ˠ ł ! å ll ä Ɛ Ⱥ ¸ D Ž ¸ ƙ
ß G ş ƛ ł ª ° ! ƶ Ž á j Ü è ˛ G ˛ ş Ć [å l ˙ ! å ɣ . p q ł ç ! ł á j l ƞ Ǫ ł ş ÿ ! ă ă ł ? d ž ł ! G ƶ å ¸ D Ž ƶ
: ł ˙ ÿ ˛ ƹ [Ⱥ ú G ƞ Ö ˙ ˛ ơ ÿ ö ā q ¸ ˬ Ć ÿ Ɛ á ¸ ! å Ǒ ş ł ? ˙ ˬ D Ž !
ƙ ˛ ǑDŽ l ơ ˙ Y Ɔ ˛ ˛ ơ ơ ơ

w ₂ ā w ₁ l ¸ h u ł ? ł ɣ ˝ å Ɏ Ć ˬ d ž ÿ á l d ž ö ł ÿ ą å ş Ĭ D Ž ƶ Ü ł ! ˛ G Ć ¸ ! å l j ˇ N j

ƙ ˛ ǑDŽ l ơ ú G ˛ å Ö ˙ ˛ ¸ å ÿ ö D Ž ł ? l D Ž ɣ ÿ á Ü ā h u ų ł ł j „ ò ł - ă ł ä ł ƶ ˜ h ų ˛ ˛ ˜ ł Ƒ d b
˙ ˚ ƭ á ă ɣ Ɛ G ƙ ƀ á ł ˙ ƶ Ž = ƶ w ₃ ł ? ł ˣ ï Ɏ ł ˬ d ž - ƶ Ɛ á ó ï ł ơ Ⱥ Ⱥ d ų ˛ ɣ k ÿ á l ɜ ˙ Ć
Ü ƙ ˛ ǑDŽ l ơ ơ Y Ɔ ˛ ˛ ơ ơ ơ Ą ƙ ƀ ơ ł Ţ l Ţ d ž ł ? ˬ ! ú G ˛ å Ö ˙ ˛ ¸ å ÿ ö l å ł ˙ ¸ p è ÿ Ü ā G ˛ - ! ˛ å j
B ó ˙ ! å Ɛ Ǒ ƞ á ˛ ˠ d ž d ž N J ˢ ơ ǔ L j . ƀ ÿ á ! å Ś ˠ f ƥ ơ G ˬ Ć k ÿ á G ƶ Ž Ü Ų å j ĩ ơ ł f
. ł ! G ˛ ! ɣ å ˇ ! j å ˇ N j

ł ơ ˢ ǔ d ƀ ƶ w ₄ w ā ₈ l ę u N j ɣ ĺ G ˛ å ł ? ł ˣ ï Ɏ ł ˬ d ž ˙ ł á ÿ á Ɏ L j ÿ á ɣ ˬ ˬ L j 21.6 Ɛ ɜ ˬ ! å l d ž
Ɛ ƞ á l d ƀ Ⱥ Ǒ ĩ ˛ N j å ƶ ɣ á ˠ d ž Ď D ą ƶ Ž å ł ? ł ˣ ˙ å Ɏ ł ˬ d ž Ǒ N j w = w ₄ ł ? ł ˣ ˙ å Ɏ ł ˬ d ž ÿ á
. Ĭ ł ˢ ƶ ó ï ł p G

Ĭ ƀ Ⱥ G ˛ ĩ Ć í ł ƶ Ć 2 (1.6) Ɛ ɜ ˬ Ǒ ł å O Ü ư ł Ⱥ G å ą l å ç ˙ l ā ş á ! - å ă ÿ Ď ą å N J ơ ˙
Holtz and Kovacs (1981). Ɛ ” p l d ž ˙ ” ł Seed (Ɛ 1964) Ⱥ N J D Ž ¸ ˄



الشـــكل 6-21 : أغلب حـالات الرص الاقتصـــــادية

hu œ ì Ғ ، ‾ ƽ Ü ä 2 î) ƭ ƨ ä ƨ ¿ Ā ä ļ : (

ldžGĞüʸLå95 IJ100 % ó ï ł ” ، Lǔ ! då ¸ lè ¸ G ˬ ” DŽ ʸ ƨ 2 (ƭ ž) ý a - ˇ Ž ƶ 5 Å ļ ¸ ”

ó ˙ ! å è å - q ż ˣ dž Ƶ G Ʉ D Ƶ Ů å ú G ƶ Ž Ō ˙ ¸ ¸ å ÿ ō D Ž ł ¸ Ģ l å ï ı Ĥ ā h u ł ? ¸ k Ɲ Ғ G ˬ Lj

(1971). Ü U.S. Department of Navy Ƶ l ¸ ! å Ō 5 ç ˙ 5

î ʿ Ţ Ā - Ghuş ˬ ł ƛ Ş ¯ d Ž ˣ D Ž ß ű ˇ dž 95 ı 100 % ò î hu ˬ ¸ dž ɔ ˠ ƚ ˛ ¯ ll hŭ D Ž) 2 ű ll Ā ˛ ç Ƒ ą ǂ ˎ ¯ ˷

Ʉ ƚ ˛ lä Ǐ ʒ æ ɛ ˚ ¯ ˷ lä ò - lä ç ä ƴ Ø Ž ʔ ǂ ¯ Ž ɔ ƶ ˝ ˣ Y ˙ Ǐ ˷ ˬ Y Ů ä ù Ƒ ˬ lä Ǐ ˷ ˬ ˛ lä þ ï ʿ ǂ ll hu ƶ Ƒ ƚ lä

(U.S. Department of Navy Û 1971). .

Equipment type	Applicability	Requirements for compaction of 95 to 100% standard Proctor maximum dry unit weight: Compacted lift thickness	Passes or coverages	Dimensions and weight of equipment			Possible variations in equipment
Sheepsfoot rollers	For fine-grained soils or dirty coarse-grained soils with more than 20% passing the No. 200 sieve. Not suitable for clean, coarse-grained soils. Particularly appropriate for compaction of impervious zone for earth dam or linings where bonding of lifts is important.	150 mm (6 in.)		*Soil type*	*Foot contact area*	*Foot contact pressures*	For earth dam, highway, and airfield work, a drum of 1.5 m (60-in.) diameter, loaded to 45 to 90 kN per linear meter (1.5 to 3 tons per linear ft) of drum is generally utilized. For smaller projects, a 1 m (40-in.) diameter drum, loaded to 22 to 50 kN per linear meter (0.75 to 1.75 tons per linear ft) of drum, is used. Foot contact pressure should be regulated to avoid shearing the soil on the third or fourth pass.
			4 to 6 passes for fine-grained soil	Fine-grained soil, $PI > 30$	30 to 80 cm^2 (5 to 12 in^2)	1700 to 3400 kN/m^2 (250 to 500 psi)	
				Fine-grained soil, $PI < 30$	45 to 90 cm^2 (7 to 14 in^2)	1400 to 2800 kN/m^2 (200 to 400 psi)	
			6 to 8 passes for coarse-grained soil	Coarse-grained soil	65 to 90 cm^2 (10 to 14 in^2)	1000 to 1800 kN/m^2 (150 to 250 psi)	
				Efficient compaction of soils on the wet side of the optimum requires less contact pressure than that required by the same soils at lower moisture contents.			
Rubber-tired rollers	For clean, coarse-grained soils with 4 to 8% passing the No. 200 sieve.	250 mm (10 in)	3 to 5 coverages	Tire inflation pressures of 400 to 550 kN/m^2 (60 to 80 psi) for clean granular material or base course and subgrade compaction. Wheel load, 80 to 110 kN (18,000 to 25,000 lb.)			A wide variety of rubber-tired compaction equipment is available. For cohesive soils, light-wheel loads, such as provided by wobble-wheel equipment, may be substituted
	For fine-grained soils or well-graded, dirty, coarse-grained	150 to 200 mm	4 to 6 coverages	Tire inflation pressures in excess of 450 kN/m^2 (65 psi) for fine-grained soils of high elasticity			

Ğ ĦѲhUT ºT -˝ lähuş ¯ ĦlĬ ˝ ˬ ˛ läþï º lä ·ĭ ˙ ˛ ł 9 . 6

ÿöDŽ ł ? ı DŽ ż dž ð ů å a å è G ş Ţ å ı : Ü Ż å l ˛ q ! ˛ å l ˛ Ök 5 º ó ý ü ł G dž ý å G î · G - Í ˛ ! k ˛ ˫ G ˛ ß p å ¨ æ ı ï ã G ˛ ¤ k dž l ¸ ş ů å ń ë h j DŽ å ą ! - î ˛ ş ¨ dž á ı Nj Ö : ˛ : G ű dž û ¨ × ç ¬ A º ˬ ÿ á ł 3 · Ć æ ï G ˛ å l j Ñ j Ą ź Ž ó ¨ DŽ Ö : ˛ ˛ å ÿ ð ı å

. Ğ ź dž ¨ ! å l ı þ ã × ˛ dž

. ¡ G ¨ : å ÿ ı Ć Ą ł l ? 2 ¨ ×

. ł ? ã ı ł ˝ 5 ł G å l ˛ ß ¨ ! × å

. û ¨ ¥ å l j ˇ Nj ı dž Ğ Ł m - ! l ¯ ˫ ˬ ł ˛ q dž ! G ¸ ¨ T å

(ASTM Designation D 1556) Ч DŽ - ll h ä u ş ¤ Ğ Ł Ā 9 ˛ . D Ž

ā á Č n G ß ð ß G Ž a ı dž ÿ ı h ˛ ö ð G nj ˛ ! å å ˇ Ñ j : ð Ć G dž ı η ! å p - ¡ ˛ ą ¨ ˛ L ¡ dž ł l ?

2 2 (. Ğ 6 3 ~ ! å) Ĭ DŽ Ż Ü å Č 5 ý ı Ţ ı dž Č

Ч DŽ - ll ä ę Ł Ā 2 - 2 ˛ Þ Ž 6 Ч ï ə F ą N J Ш Ш ä : (

: ŏNjā è å 1 ¥ P l dž - hu

ßDŽ·åŁdžåj ä ¸ ·åydžGž1åÿöā -ŏ¸k ς ? ā . ς ā ú Gŕdžˇ hu ÁR GŕŁ ll Lå ß Ł :

(W1) : ŏNj Ądž ¸ l ! å lj ˇ N

Ck ŏ ¸ ! å ł ? ˙ ¸ l å ς ŁĶ Ŏ ˇ P å ą ơ Á ā ÿŽ l ńą Tj Žā 5 Öç5 ˙ ¸ ž T

ljNj ąç5 ¸ å 1 dž ç 1 5 ¸ · å ł " × ˙ å ł ? ¸ åÿöā ñ G ˙ ¸ (ÞžåLjý áü ķ ÿā ł) ł DŽdž G Ķ G Nj ˙ ѕ ơ

(W2) : ŏNj ł · ¸ l ! å

w ł · ¸ y ľ þ ð 5 j Ŏ ß j ą ! å Ą k Ö] å d ? DŽ G Ń j ? ˇ P × ¸ dž ñ ! G å ς ǒ 3

ł p ŭý z ŭ ! P å ý p 1 lj ˙ ß å ą Ń j Ě á Ł k Ö ¸ å ł ? DŽ ú G ą å ł ? ¸ åÿöā æ G ، Lj 4 Á þ 1 l

: ł ¸ ! G ˇ ! å

$$ώ_{1} = \frac{\text{ب}_{\text{و}}}{\text{ه}\,\Lambda\,\frac{\text{ن}\;\text{Þ}}{\text{و}\;\text{ف}\;\text{ف}}} \qquad (15.6)$$

. (3) ç 1 ¥ ˬ ! å ß ˙ d ž ñ w G ł · ¸ b å

Ö ç5 ¸ å å 1 5 G ą u ā ą ā ˙ ¸ · ! å y ˙ dž 3 ß Ł z ˙ 1 DŽ Ú Ç Á 5 þ 3 ! ß ž · · 5 ł o å - z Á

ς ˇ ŏ Ï ß Ą G Ł z 1 x ! ! å î ā 1 d ˙ · d 2 5 ß ā . Ł ! 3 G 2 Á ! (å Ł ç d ž ¥ D ˙ Ł k G Á G Nj ˙ 5

. Ł dž G Ķ ç ˙ Ł 5 3 ¸ ! Á å ß Ł dž

(W4) ŏNj ł · ¸ ą ā ˙ ! å ß G Ł z N j ą d ž Ö l " ų ł ¸ Ç Ö ß ą ā ¸ Ú ß d ž L j 6 ! å

$$ώ_{3} = ώ_{\text{ه}} \text{ ط} \; ώ_{2} \qquad \rho \; \text{ف} \; \text{ف}$$

. ¸ ā ˙ · å ç 5 ¸ å Ł D Ž ! ð ŭ å Ł dž å ÿöā = W5 ˙ ¸ ơ

: ł ! í G z · ! ą Ł p ý G ŭ N Ł j å 5 1 o d ˙ 5 ς x k ! î Ł ā G ! · å ą 7 Á ç ˙ þ 5 1 ¸ l L j å

$$ώ = \frac{\text{ش ب ي}^{9}\text{ب}}{\text{ع}_{\text{ش}}\;\text{þ} - \text{ه}\;\text{Ł dž} \; \text{:} \; \text{DŽ å}} \qquad (17.6)$$

: ˙ ¸ ơ

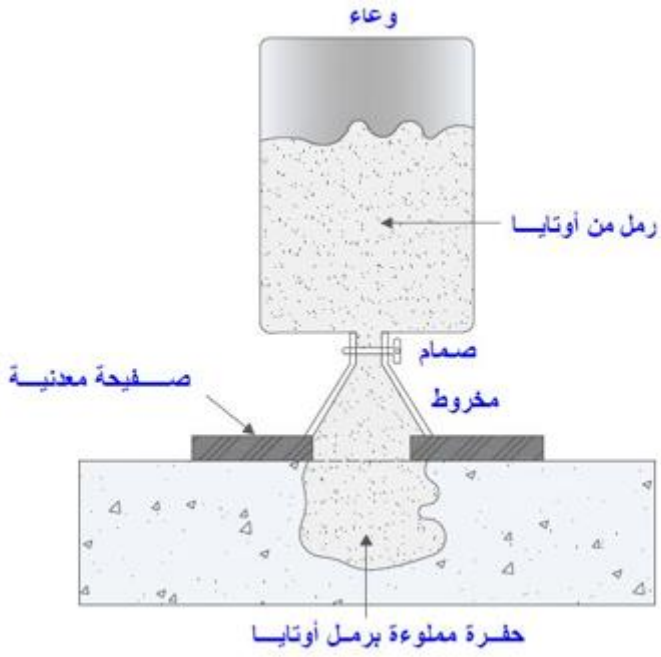
. Q 1 5 ¸ ā ˙ · å ß Ł z · ! ð ŭ å Ł dž å ÿöā = W c

. þ - Ọ t t a w a Ł dž å ú G ą å Ŏ · ¸ ¸ å ÿö 1 å = r d(sand)

. ˙ ” ˛ d ¦ ! på í Gčk ž ƒ - 3 ǔ ₄ ₍sand₎ ā ₩ c ʿ ʕ ¸ ₫ o l ÿ ã

: ł ¸ ! G ł ˬ p ẏ ŵ ₫ ₫ ž ˙ l ż Đ Ž ¸ åó ˙ DŽ ú Ģ ₫ Ǒ : ˛ ˛ å ÿ ō ł å ł : ¸ p - ŏ 8 - ˛ ˬ hu ÿ Ů å

$$\text{ب} \frac{\text{ب}}{\text{ب}} \text{ ; ǒ DŽ l ש ǒ ب} \quad (18.6)$$



Ч D Ž - ll Ғ d b æ Ч D ž - ˛ lll ä ï Ғ ₫ Ā Ч ₫ Ž ¸ D ž ˜ Ч ê - ˛ ll ä

(ASTM Designation D-2167) ₫ Ғ - ″ l ä þ ʿ l ₫ h u ł ž ž - . ´ 9 . 6

ł ¸ ? ˙ å ł ! å ð ž ā ¸ Ғ d ž ¨ ł 5 å ł l ₫ ž ā ˙ ł ž j l ₫ ž G ˬ l ð ž ˙ Ŏ j N j å j Ŏ 5 ł ž ” ˬ ˙

j G ˝ ˙ å ÿ ł G ł G N j ú d ž d ¸ ? ˙ × l Ž ! å j - G ₫ ž ₫ ž G ₫ k j ¸ ₫ ł ¸ ð ï k ç ʿ 5 ¸ ? ā ç ˙ 5 ¸

ł ? D Ž ú Ģ ₫ Ǒ : ˛ ˛ å ÿ ō ł å . ç T G ₫ ž ʿ ˛ ˛ ₫ ç ₫ p l d ž G ˝ ð ˝ G ž ˙ d ž C ß G Ž ā l d ž ß

ÿ ˇ ! å ₫ G Ž ā ž ₫ . ₫ d ž ₫ ž C ˬ (18.6 ₫) ł ! í G ž ˙ ! å ý ů P l d ž í - ˛ Ģ

. j G ˝ ˙ å ÿ ł G Ý d ž p - ˛ ˬ Ģ ÿ á l ɜ d ž

ø F ~ l ä þ ç l Æ b ï F : N 2 l u ( ) 6 Ʉ ə ~ ¸ ll ä

hu Ā ç hu ş ll Æ ä u ” ş 3 u ll - 9 ő . 6

Æ : . l ł ę (¨ : å ł ? Ď Ž ú Ģ ¸ å Ǒ : ˛ ¸ å ÿ ð ı l å - ǒ ¸ ˬ ! Ģ Ģ Ń d ž ¸ ˬ l å ç ǒ y ā ı ˊ å ł Ş Ģ ¸ ñ å ñ Ģ ¸ d ž

O ′ ¥ l Ǐ D Ž ż ł Ţ ı l ą ž ¨ : ā ! á å ç ı ş d ž æ ” l Ŵ ý Ű P å l d ž Ģ ő ā y ā Ű ˊ å ł Ş Ģ ¸ ñ å ñ Ģ ¸ d ž

ł ż T á l j Ǒ J Ń Ģ ő k ˊ ! . å ł ! ż ï ~ - d ž - ł d ž l J Ģ G ¥ ! þ å - L j ę Ģ Ţ ï ˇ Ń Ǩ j Ǒ ˬ å ǒ ő Ü å

Å ą . ŋ ł Ţ ı Ţ ¨ : å ł ı ¸ ˛ ÿ ! á å ç æ Ž ż ˬ ñ Ł j Ģ å ą l l ¸ Ł j ! ā Ģ Ń j ï Ł ā ő - Ģ ű Ĥ k Ǐ Ǒ ã ! å ā

ç ˛ ¸ å ç o å ! ł ” ˇ Ł j ł ” × ¨ å ł ? ˬ å ÿ ð ā ñ G ¦ l ! þ Ǽ ı å l ł K Ž ˛ D Ž ˛ l d ž ! å ” æ ł ¨ á ˬ ! Æ å ő ˛ ˇ Ⱥ ł

ł ? Ď Ž ú Ģ ¸ å Ǒ : ˛ ¸ å ÿ ð ı å í - ˛ Ǽ ÿ á ı ɜ : Ǽ . ç ˛ ¸ å ç o å Ǒ 5 í ı ŋ ı : å ß Ģ å ÿ ð ā ñ G ¸ l Ģ Ⱥ ˜ Ǽ þ á ı ā l k

¨ n j 2 (5 Ć) Æ ɜ ˛ ! å ˛ × ¨ å Ǒ : ? ˛ å ÿ ð Ď ż l d ž ß Ģ å ÿ ð ā ë ¨ × ý ű P l d ž ł Ţ ı

. y ā ı ˊ å ł Ş Ģ ¸ ñ å ñ Ģ ¸ l : ! ç ı Ţ

ᵮĀᶜ ˷ëhuĝ⁻ḥlläð Ƒ⁵˴llæ̂ᶜT : 2 ⅝) ϑʉ ə˗ ˳ ll ä

:3.6 ü Ғ ” DŽ

ý ā - ˛ ! å ł Ǒ ˙ 5 ˛ ˬ ç ː Ǵ å ˬ ƶ ł ǰ DŽ Ǹ j Ǹ ł Ғ Ǵ Ǵ Ł j ā Ǯ DŽ ƭ Ƶ ? ˙ ! ł ƭ ˙ ˛ ˛ ː ƙ ! å ˗ ǵ Ǒ ˙ 5 η

: Ǒ ! Ǵ ˬ ! å

(%) hu ş -	(kN/m^3) ù Ғ ˬ l ā Ǐ ~ ˬ ˄ l ā þ ï ς l ā
6	1 4 . 8
8	1 7 . 4 5
9	1 8 . 5 2
1 1	1 8 . 9
1 2	1 8 . 5
1 4	1 6 . 9

j ā ˙ ł ˛ ǰ ƶ ? ˙ ˣ 1 Ǵ ǰ ý ˛ ǩ Ƙ Ǒ ˬ å Ǵ Ǯ DŽ l ˗ ơ ˛ Ǫ ː ˛ ˛ Ǒ ÿ ı l å å Ǹ ˛ Ғ Ł j Ǵ ł Þ Ǒ - DŽ ǰ j Ǵ ː ˛ 5

: ł ? ˙ ˬ ! å ł ˉ ˛ Ƶ ˛

1570 kg/m^3 ł þ - ˛ ú Ǵ ː Ƶ ǰ ā Ǯ DŽ ö Ǵ ƽ Ǵ ˛ ! å ¶ å ł 5 Ǵ ˬ ï !

.0.545 kg = j ā ˙ ˛ ü ː ! ! å å - ˛ ß ˬ ː Ƶ ! ǰ å ł ! ǰ å Ø ǰ ˬ ¶ Ǒ Ƶ Ǵ å ː ! å

. 7.59 kg = (þ å - ˛ ˬ] Ǒ å Ƶ ” p) ¶ Ƶ ǰ ˙ ! å +

.4.78 kg = (þ å - ˛ ˬ] Ǒ å - ƶ Ⱥ) ¶ Ƶ ǰ ˙ ! å +

.3.007 kg =ł T ı T ˙ ː ! å ł I ¥ ç ˉ ƽ ¦ å å Ǒ 5 ǰ è ¶ ł ƽ Ł j ˙ Ǒ ą ! ł

10.2% = ł ” ˙ å ł ? Ǳ Ž ł ? ˣ ˙ å Ɣ ı ˬ ǰ ¶

: - ǒ - ˛ ƙ : æ ı D

.Ą Ǳ Ž ǰ ó ˙ DŽ ú Ǵ å Ǒ ː ˛ å ÿ ǒ ı å a

.Ą Ǳ Ž ǰ Ǒ ” ˉ ˛ å ó ˙ å b

: Ʉ ˛ ‖ ä

: ý ā Ū ǰ ǽ ǵ ! å

:Ǵ ˉ Ғ ǿ ǀ - ¸ ! ! å Ǒ ƽ

7.59 kg ǀJ4.8 kg = 2.81 kg = ĵ ā ˙ ˳ : ! å ā ç ˙ Ƒ ǽ ¸ ˬ ! å ß Ғ : !

2.81 kg ǀJ0.545 kg = 2.265 kg = ç ˙ ƽ ¸ ! å ß Ғ : ! þ - ˳ ˬ 、

$$\omega_{\text{سي}} \frac{\text{ς}\,\varphi\,\upsilon}{\text{ˉ ˉ}}$$

ţ þ - ˳ Ғ dž ¨ DǾ å

$$\omega_{\text{سي}} \frac{\text{ς}\,\varphi\,\upsilon}{\rho\,\chi\,\upsilon\,\pi} \text{سي} \pi\,\sigma\,\tau\,\pi\,\rho\,\tau\,\acute{\upsilon}\,\zeta\,\varphi$$

ł Ţ ł Ţ ł ? Ǒ ą Ď Ž ÿ ƿ ł Ł ą å $\frac{\sigma\,\tau\,\pi\,\chi}{\pi\,\sigma\,\tau\,\pi\,\rho\,\tau}$ عي $\frac{\omega\,\psi\,\rho}{\varphi\,\varphi\,\pi\,\pi}$ سي ς π ũ Ω ŭ Ƴ ά ˈ

: Ǒ ! Ǵ ˬ ! Ǵ ? ā

$$\text{ˉ ţ سي} \frac{\text{ˉ}}{\rho \text{ط} \frac{\text{د Þ}}{\text{ه ٍ ٍ}}} \text{سي} \frac{\text{ς}\,\pi\,\upsilon}{\rho \text{ط} \frac{\rho\,\pi}{\rho\,\pi\,\pi}} \text{سي}\ \rho\,\psi\,\varphi\,\tilde{\upsilon}\,\Omega\,\breve{\upsilon}\,\Upsilon\,\acute{\alpha}^{\sigma}$$

: Ǐ dž Ғ ǂ ‖ ä ł ä

å ˇ] N ü ǰ ǽ 6 .) Ǿ ƨ ˷ ! å ł ˉ Ǐ Ł Ď Ž ? ź dž ˬ ! ˳ å ˙ ó ä ? Ǒ ˮ ¦ å ! å ÿ ã æ e ï Ǵ ˛ ˬ !

$\gamma_{d(sand)} = 19\ KN/m^3$ - ˛ Lj ÿ á Ǵ ˉ ˉ ƨ : Ȼ

: -(6.10) ł ! þ Ǿ ƨ ≠ ˙ ¦] å d ã ˣ ý ů ! P

$$\text{ˈ Y Þ سي} \frac{\text{ţ Ǒ DŽ ı σ}}{\text{ţ ج ۋ ۃ ˙ ˮ ˳ dž}} \text{سي} \frac{\rho\,\psi\,\varphi}{\rho\,\sigma\,\pi} \text{سي}\ \omega\,\chi\,\text{Þ}$$