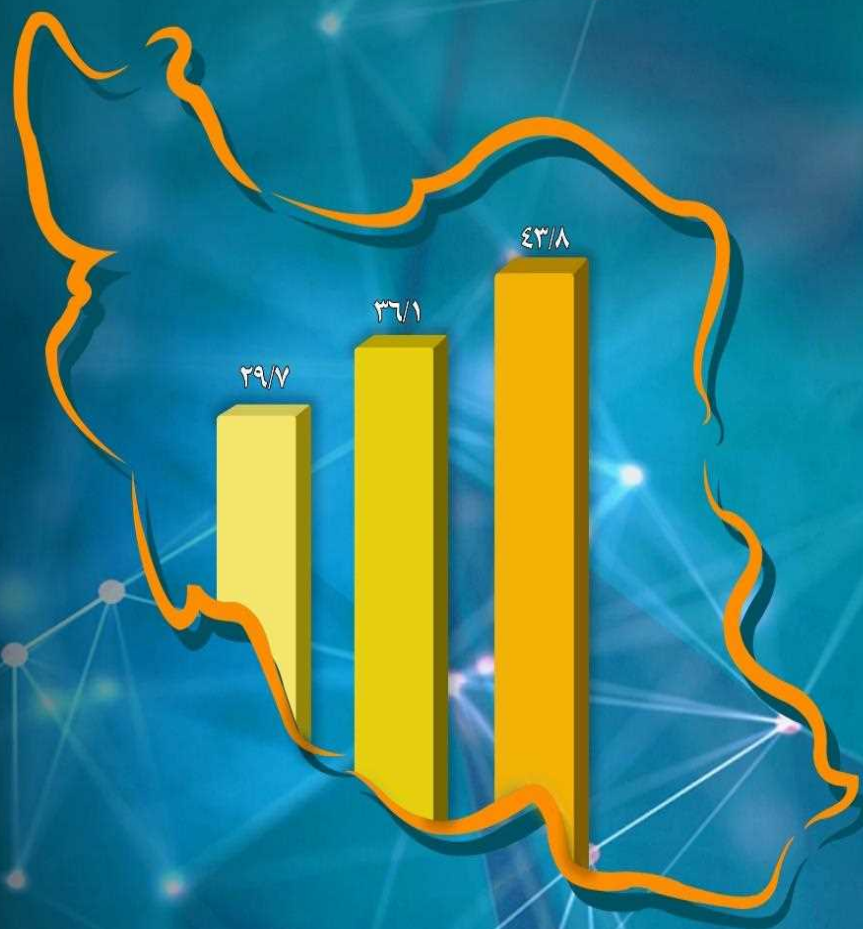
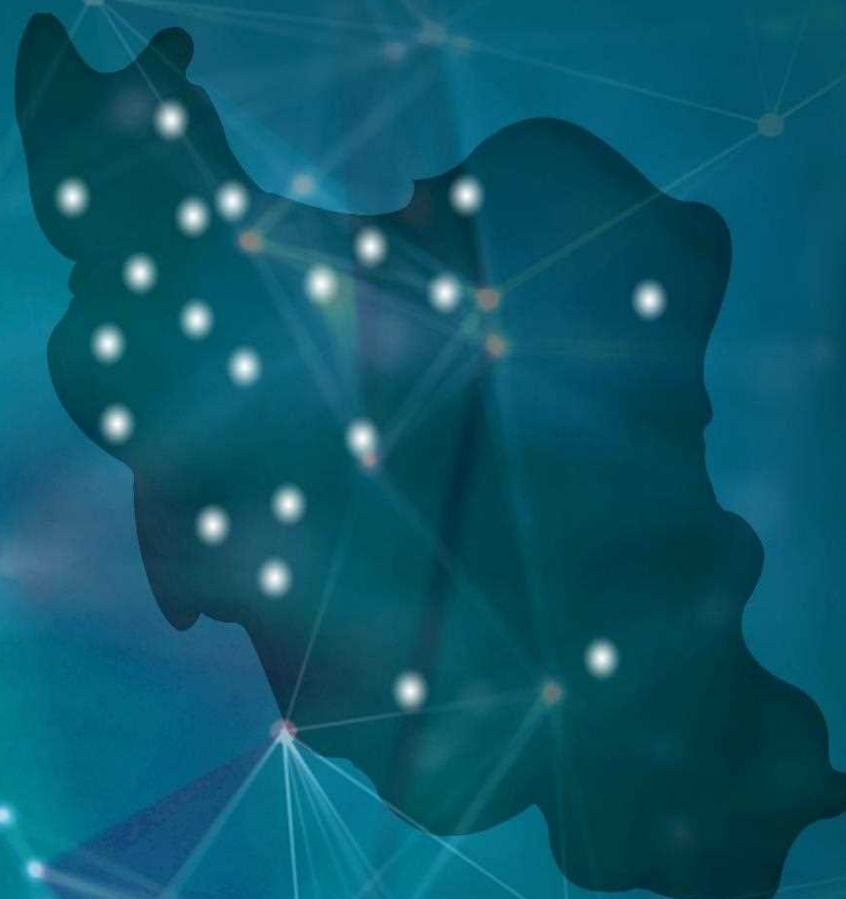




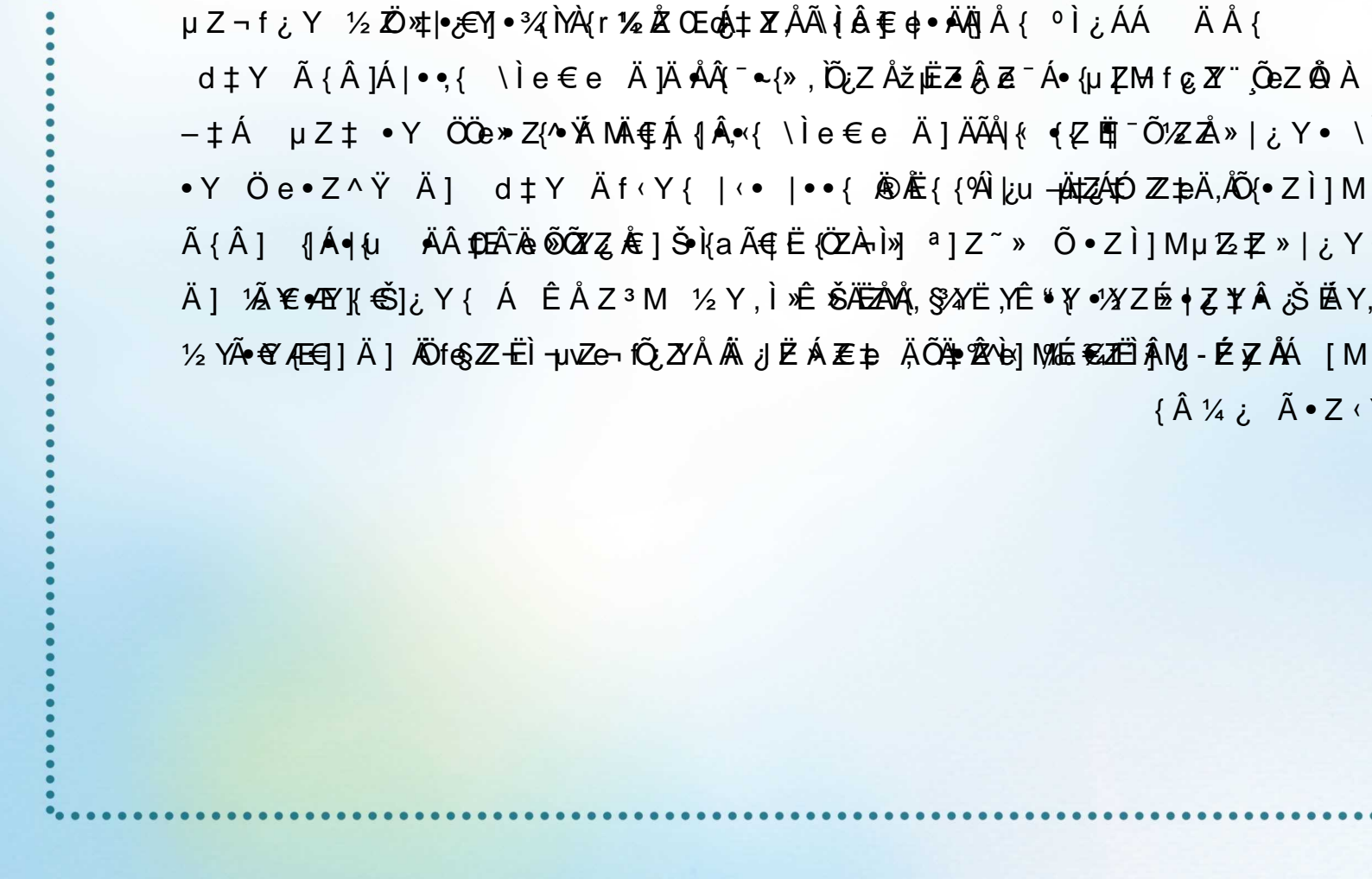
موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

راندمان‌های آبیاری تغییرات زمانی و مکانی آن در ایران



Ö € Ì ¼ • e Ö Y €] Ö Ó Á € Z » Á Æ » ¼ Æ Y € ¼ Z Æ € p M • Z - Ä Ä y Z » É H Z É Z » | Á Y { Á
 c Z - Ì - ve Ä ^ ± Ä » , Z f ± Y • ¼ Æ Y • { d ± Y Ö • Z Ì] M Ö M Z Ì ± Z • e e Á Š Á Z
 Ä] ' Y | « Y , • Ä Ö E - • { Ö • Z Ì] M ½ Z » Z | » | Y • e Z Y Ö m Y Ä Ö Z Z] Ä Ì V E e Á Ä Ö
 • Y ¶ • Z u | É Z f z , Ö ± • €] ¼ Æ Y • ¼ Z » H Z Y Ä { Ä ¼ y z • { Ä Ö E - Z Z H z Y { Ö Z •
 ¶ Ì , ve { Z Ä » m Á • Ö Ö Á M ~ ¼ Ì È Z z Á Á ± Ö d Á ± Ä ° Ö • Ä Z] Z M Ä Y f • z Ö Ö Y Ä
 d ± Y | • ¼ M ¼ Ì ' z Z Ì » Ä e e Ì Y f » Ä | Ö E - { • { Ö • Z Ì] M [M { €] • Z - ½ Z » |
 • Y ¼ Ì À r ¼ Ä Á ± Y , | v Ì e € Ä r Ä E] Ä Ö Y Á Ö Ä Y Ä z Z , Ö e € ½ Ö Z Ä Y • Ä ¼ Æ Y
 | • • { ¼ Æ € f ¼ - Á | • • { ¼ Æ € f Ö E] Á v Ì e e Á • Ä Ö Á Y Z Z] Ö É Z
 • { É • Z Ì] M [M { €] • Z - ½ Z » | Á Y u • { ± Ä Ä E - « ¼ Æ Y Z Ä E] M] • ¼ Z » Ä f Y Y {
 Ö • Z Ì] M % ¼ Ä z » Ä Ö É Z Ä - » Z] ¼ Ì Ä r ¼ Ä | u Ä Ì È E e p ± { Á • Z Ö E S z z » e z É • Z
 Ö Z Ä % ¼ Á • { Á | u Á É z Y % z Á • É • z Ì Ö M Z Ì Ö M Á [M { €] Ö z - Ä z z Ö | » Y , Ì z ¼ Ì z Ö
 Á { • { É • Z Ì] M { €] • Z - ½ Z » | Ö Y • Ä z z Y z Y ½ z Ö E € Ì Ì Ö Ö E r z Ö Ö Á Z Ì] M
 µ Z - f z Y ½ Ö z • e] • ¼ Ì Ä r ¼ Ä Ö E Á ± z Ä Ä | Ä E e • Ä Ä Á { ò Ì Á Á Ä Ä {
 d ± Y Ä { Ä] Á | • • { \ Ì e € e Ä] Ä Ä Ä - • { » , Ö z Ä z Ì z Ä z - Á • µ z M f e z » Ö z Ö Ä
 - ± Á µ z ± • Y Ö Ö » Z { Ä Ä Ä Ä Ä { Ä • { \ Ì e € e Ä] Ä Ä Ä { { z H - Ö z z » | z Y • \
 • Y Ö e • Z ^ Y Ä] d ± Y Ä f < Y { | • • | • • { Ä Ä { { Á | u Ä z Á Ö z z Ä , Ö • Z Ì] M
 Ä { Ä] { Á | u Ä Ä Ä Ä Ä Ö z z Ä] Š | a Ä E É { z Ä - Ì » a] Z ~ » Ö • Z Ì] M µ z z » | z Y
 Ä] ¼ Ä E • Y { S] z Y { Á É Á Z ³ M ½ Y , Ì É Š Ä Z Ä , S Y É , Y É • Y • Y Z É z z Y Ä Š Ä Y ,
 ½ Y Ä E E] Ä] Ö f S Z E Ì µ z e - Ö z Y Ä Ä] É Á z e p Ä Ö Ä z z] M E z z Ä M - É z Ä Á [M

{ Ä ¼ z Ä • Z <



].Z- 1/2 Z» |¿ Y• cY€iì ì a e ÄÄ » Y { Ä / » | — »
• Ä¿ Ä Ä Zì³ |// < • |, fz » ¶ uY€ » , Ö• Zì]M %o Ä• , 1/2 Y•• Ä Z//œ-
Y€] |•• { ¶ [Z/» f, uY M Z] ¶] { Ä¿ ¿ ¿ Ö¿ ZÄ, § Y• Ä• |¿ Ä• Ä] Ä m Ä e Z] Ä d// † Y e Ö
Z † Ä¿ • { |; • WMI [MEE] » Èì] , Ä¿ † YÄ ¼ %o • Ö, • Ä... ZÄ Y €] |Ä¿ Y Ä Z//, †¿ • € Ö{ ZU/ Ä¿ |
Y•• { { 1 ZÄ e Ä¿ Y Z/¿ È] 1/2 YÄ e uY Z• v f// † Y ¶] ¿ ZÄ [M] Z] ZÄ Z Ä] { Ä y • { Ö È § z Ä Ä e u
§ Y Z] Ä- Ä ¶ ° œ » • Zì^] Ö f^ È • z] ZÄ » € Ö ZÄ] • 1/2 Ä, § Y u Ä / Ö ZÄ • z [Ä] Ä Z
Z • f « Y 1/2 Z » †¿ Y [M] † Ä § € • { Ä Ö Ä Ä Ä] Ä] Ä { Z- f// † Y Ö , 1/4 Y Ä € i R » Ö ZÄ • Z° Ä
» Ä 1/2 Z » • , { Ä † i ¶ » z Ä € Èì] » ¶ z 1/2 Y Ä m Ö Z Z M € Ä Y Ö { • Ä M / # Ö Z • š z] Y • Ö M • †
|¿ Y • { Ä ^ Ä e Ö Y € Z Ö Z • Y Ö e Z Ä Z Ä < , ° Ä » ¼ E Y Ä] Ö] Zì f// † { Ö Y € } » Ä- d † Y
d// ^ e • Z ^ Ö • e M , Ö 1/2 Z Ä M f Ö z 1/2 Z 1/2 Z Ä f e Y • È z È • f Ä e Ä Y a z Ä Z y Z Ö Z Ä E Y ¾ ì
¶ Y Y €] Y Z Ö Z Ä] È • { [M • Y Ö • Ä • Y † € • » Ä Z Ö] Ä z z ¿ z] » È z Z // ì ; ¶ Ö Z Ä e 2 Ö
|Ä » { Ä } { È • Zì]M d v e •• Y , » • { È • Zì]M Z È { Ö » • Z 1/4 // < Ä] Ö •• Ä Z // œ-
, e • Y | - » Ö Ä z ì Z] Ä 1/2 Y € È Y Ä Ä ì • Ä Ä Ä Ä { Ö • Z] Y M Ä ¾ Ö Ä Ä § Ö Ö Ä Ä Ä { Ä , n Ä • Z Ä
¾ È € f 1/4 - Ä Ö Ä M • Y ì] M Ö] M † Z Ä Ö ; • Ä Z ì Z Ä Y Ö z] Y ; † f § € Ö Ì a Ö Z Ä • Ä // œ-
Y, v Ä { Ä Ö] Z È Ä • e ; Ö Y €] Z ì] M • Z ì Z M Ö 1/2 Z] M %o • v • Z] Ä Ö] M Ä • Y // š ì Y 1/2 • Y € È Y • Y Ä
Z y z Y • Ä Z e] z Ä e z » Y Ö Ö Ä e m Ä e M z] Z * | e n u † š È Ä e § Y € z] • Ä • e | Ä % / Ä Ä Ä Y • Ä
È , n e { • Ä » Ö Ä e Ö • Ä M - Ä { • Ä M f] € È z € / † Ä ¼ E Y • Ä Z Y e Z // M Ö Z Ä • Zì¿ • Y 1/2 Ö
Ö € ì ¼ • e Ö Y €] È e Y M Ä] Z Ä Ä Ö Z Ä Z È] z z 1 » z f e Y • Ä e z ì • Ä Y ° Ä » ¾
! È • Z e d// † Y Ö • Zì]M [M c Z , e š Ä Z- Ä Ö / Z ì Z Ä Ä Y , |
Ö • Ä € e] Ä • P ^ » Ä Ä ^ Ä { Ö] È Ö] z Ä M Ö e z Ä Ä] Ä e Ä 1/2 Y Ä e Y z Ä , È Ä Ö Z Ä
[M c Z , e ¾ E Y ¶ • Z u d † Y Ä Ä § € •• Y e Ö Y e e Ö • | » | Ä f 1/4 - , z Ä e Ä | » / € « » Y • {
e , µ Z - f ¿ Y • f z » ¶ u Y € • { } M
Y 1/2 Z » |¿ Y • ¶ » Z : † Ä { ® È • { Y • Ä ^ Ä e Y Y e • Z] M Ö Z » † z § • d// † Y •
Z e š z] ¾ E Y 1/2 M ¶ « Y | € e | • { • Ä » Ö " Y • Y • { Ö • Zì]M ¶ - 1/2 Z » |¿ Y • € j - Y
€ f 1/4 - Ä] e Y | € » { Ä Z e » - † Ä e Ö u Y € - • { Ä | < Ä | È { 1/2 M - » // z Ä Ä » È
1/2 { Ä ^ ¿ Ä q • Z b ° È , Ö Y € § Ä Z // « { Ö • Zì] , M " Y Y Y 1/2 Ä q / Ö e , » Y Ä Y ¶
Z Ä » ¶ v » • Y [M d- € u |// Ä È Y € § , Ö • Z // ì] M [M] µ Z // - f ¿ Y 1/2 Y •• Ä Z // œ- Ö Ä

Ä Ö Z Ì M Ö Z Ä



dĒ ∈ Ē | » Ä] Ä m Ä e u Z / † Ä • { { Y Ä / V Z / Y Ö • Z Ä Ö y ∈ } • { Ö • Z Ì] M [M { ∈ }
Z e | • • ¶ « Y | u • Y É • Z Ì] M [M { ∈ } • Z - ½ Z » | ¿ Y • - // † Ä f » , μ Ä • v »
¾ Ē Y • { Ö • Z Ì] M ¶ - ½ Z » | ¿ Y • , ž // Ē • Ä e Á ¾ Ì Z - Z Ì » Z Z Z / ¶ / • Y u Ö
μ Z u • { É Z Ä • Ä Ö - - † Ä f » , ½ Y ∈ f Z ¾ ¼ • Ä Ä] Ö ½ M - Ä { - ¾ ¶ Ä ° Z Ä Ä] ½ Z
| Ä Y ∈ - ∈ - } [M ½ Z » | ¿ Y • Š Ē Y , § Y Y • \ q ¶ • ½ Y Ö Y ∈ Y Ö ± Y ³ Ä { Ä] Ä
Z e , | • • { Z e \ i e Ä } Y • Ö ∈ Ä // < ¥ • Z • Š Ä] d { Ä [M , Ö • Ä Z Z / Ö Ä e Ö Z Š Ē Y ,
Ö Z Ä Z » Z // † s Ö • Y , ¾ Ē Y ∈] Z Ä] |] Z Ē Y Š Ä Z] Ö { Y Z • Š Ä Z Ì - { Z Ē Ö {
Ö • Ä ∈ “ { • Y Ä » Ä q ¾ Z Ä É Ē Z Ö Ä Y • Y , i Ē e Z † , t Ì ~ e , É • Z Ì] M [M • Y | - »

| ¿ Ö Ä » [Ä ^ v » É • Z Ì] M [M ½ Z »

[M ° nu Á • Z y ¥ ∈] » Ä { Z Ē f † Y { • Ä » [M É « Y Ä ° nu ¾ Ä Ä Ē Ē] Y • • Y
É ' f ^] ½ M • Y | - » Á Ä { Ä] É • Z Ì] M [M É Ē Ē f † ¿ • Y ¶ M Ä Z Ä Z Ä Y » Ä Y Z
[M { Y • M t Ä Ē É Y ¾ Ē z y Ä e " Z Ē Y É < Z ¿ [M c Z " , e , μ Ä - Ē] M ∈ Z Ì » • Y
μ Z - f ¿ Y Ö Y ∈] Ä • Ä Š Ä Z u Z Z Z f † Y Z Ä Ä » Š p Ä Ä f Z Y § Z Ē Ä e Ē { } [M c Z "
Ö » Z Ä » Z ¿ Ē] Ö • • Á Z Ö - Ö ± | Ä Ä » | • Ä { Ö Ä § † Z - { - Ä e ¾ Ä ¼ † Ä » Y // † »
Á c Z » Y | « Y i Ē Z f ¿ 1 Z ³ ¾ Ĩ • Ä Y ½ Y Ä Ä Z » Ä] Y , Z Ē Y Z • ¾ Ē Y | e { Ä d ¶ Ĩ
 , Ä Z Ä] Ä | Ä - Y ∈ a Á • Ä Ä f » • Z Ì ^] Ä - Ö ½ Z Ì] M ½ Z Y » , | ¿ Y ~ † ¾ Ĩ | Ä e | • Ä
d † Y Ä { Y { • Y ∈ « ¶ ž ¼ re Á Ä Ē

Ö • Z Ì] M ½ Z » | ¿ Y • - Ö ¿ Z ^ » Á

c Z " , e , [M ¥ ∈ • » Ē y ∈ Ö » • † • Ä • Ē { ¶ Ö e Ä Z Ä Ä } Z ∈ i ¾ Ö Ä P e y ¶ v » • Y
c Á Z » Z - ½ M d Ē ∈ Ē | » Ö Ä v g • Ä • • Ä Y Ä , d i t Ä Z » { Ä ½ M ∈ Š z a Á ž Ē • Ä
1 Z n ¿ Y [M { ∈ } • Z - ¥ ∈ • » ½ Z » | ¿ Y • Á ž Ē • Ä e ½ Z » | ¿ Y • , μ Z - f ¿
d † Y Ä | < t Ē ∈ Ö e • Z • f y ½ Z Ä] ¿ Ö • Z Ä] M Z [M i Ö f z » Ö Ö Z Ä i Ē •

(E)° μ Z - f ¿ Y - ½ Z » | ¿ Y •

Á { Á ® Ē Ä μ Z { Z Ö Ä , Y / Ö Z Ä Ä] Ä Z q Z Ē Ä ¿ Z y { Á • , ½ , z » [M ž] Z

• Ä e | Ä È M € § ¶ È Ä È e » [M ì ò m e ¸ Ö Y € Ä] · Y Ä ñ , Y Ö Ä y Z È Ä e ¶ Ä Ä Z Ä Ä Z ñ Y § Ö] M Ä Z e Ä f
[Ä d ð Z » Ä] · Y · Ö Ä Y Z ñ f Ö Z Ä ½ Z » Ä] · Y Z ¼ Ä “ Ö Y €] [M Ö ì ^ — ž] Z Ä » € È Z † Z È
• { Ä | < ¶ È Ä] y Ö ½ Z È € | m Y d Ä ^ © È c € Ä ·] M] · Y · Ö Ä È Z Ä È { ¼ M } ¶ Ä e ¶ Ä e Ä] Z , Z e
È · Ä e | ½ Z Ö | m Ä € y , ½ Z È € m ¶ ^ d ^ ¸ c · Ä Y · Ä Z] ° ¼ Ä µ Z ñ f Z Y ¼ Z Y | Ä Y / < , È € e
] [M ž È · Ä e È È Y M] Ä Ì m ¶ e c Ö Z È Y Z ½ Y ¶ € Ä] Y Ö ½ Z · Ä] Ä Z È € m ¼ ¶ ¸ Y | ¸ { Ä ¼ ¸
Y Y · · Ä ~ « Ä Ö Z Ä Z † ’] M Ä [< Ä ¾ ì » ¶ S Z È M { Ä] M ¶ d e ^ » ¸ Ä ~ Ä e Ä] Ö È È Ä e e ½ [M] d Y e
Ö { Ä · Ä ½ Z [È € m d ½ Ö Ì] / ^ ¸ Z d · Ä € Ä] Ö Y , · Ä Z ñ f ¸ Y ½ Z » | ¸ Y · , ž È · Ä e Ä µ Z ñ f
[M ¾ ì » P e ž] Z Ä » Z È ž ^ Ä » · Y Ä f ^] Z È · Ö] Ä Y · · µ Ä ñ f e Y Ä Ä Z »

$$E_c = \frac{v_d + v_2}{v_c + v_1} \times 100$$

Ä] Ö , È Ä v e [M ° n u
Ä e Ä ° ^ < Ä] Ö { Ä · Ä [M ° n u , ½ M · { Ä {
€ ì £ ¶ · Z · » Ö Y €] Ö , È Ä v e [M ° n u , | · · { µ Z ñ f ¸ Y ½ Z »
Ä » · Y Ö { Ä · Ä ½ Z È € m ° n u , \ ° » € f » ½ · Z z » Z È Ä Ä ¸ Z y { Ä · · Y € Ä
 , \ ° » € f » ž È · Ä e Ä ° ^ < v Ä] Ä | ½ Ä
 , \ ° » € f » µ Z ñ f ¸ Y Ä ° ^ < v Ä] € È { ž

Ä { - † Ä e [M { € } · Z ^ ½ Z » | ¸ Y · 1 Ä Ä e ^ ° » € f » Ö · Z I] M € ì £ Ä { Z ñ f † Y · Ä e Ä » Ä] µ Z
È · { Ä [M Ä] , | < Z] (E_d)^2 ž È · Ä e ½ Z » | ¸ Y ·
[M { € } · Z Ä ½ Z » | ¸ Y · · Y , » Ä Ö Y Y · · c Z µ Z e Ä] Z È M Ä d È] Y Ö Ä Z Ä » Z · e q M Ä d Ä €
{ € } · Z ^ ½ Z » | ¸ Y · ½ Z » | ¸ Y · Y Ö e ½ Y Ä Ä Y Ö Z e } F Ö Ä S Ä È € e ¸ · { c Ä € a Ä
e ¼ ½ Z z » Z Ö Z Ä d Y Ä € ì '] M · { Ö f S Z È · { [M Ä] Ö Y] M · Ö Ä Y € n » Ö ½ Z » | ¸ Y Ö e S
Ö , È Ä v e Ä È M Ä Ä » Ä Z I s · { | ¸ Y

1) LHOG
2 'LVWULEXWLRQ (I¿FLHQF\
3)LHOG &DQDO (I¿FLHQF\
4 &RQGXFw (I¿FLHQF\



Ä§Z“YÀì·ÁY °ìÁZ”» Ä] ,Ä·Â· ·Â~y ·Y Ä{Z“f†Y %o ÁÖ YÄY·[M žĚ
 Á ...Z]ì» ZìY žĚ·Âe ½Z»|ìY· Y· ÖYŸY·¶ÄZũ«cÁÆZÁ .[M^dĚÁ
 žĚ·Âe µZìZ- ÄìZ»Z† Ä] Ö{Á·Á ½ZĚ€m ¶- Ä] ÖYŸY·· Ä ~«
 Ä] ÖYŸY·· Ä ~« Ö·Zì]M ÖY€] Ö,ĚÂve ZÌMYd†Y ÄÖÄZì]M €½e½Z
 |ì{€- {ZÆÀÖZìā ĀÁ€³ Zì·Y€f†Y ·{¾ìÀr¼Á d//†Y Ä{€- ½Zì
 ¾ìì e Á ½Zì] ,µZ-fìY ÄìZ»Z† ·Y ÖmÁ€y ½ZĚ€m ¶- Ä] ÖY
 {Ö» Ä^†ZŸY· c·Â· Ä] žĚ·Âe ½Z»|ìY· ,Ö]mÁ{€y Á Ö

$$E_d = \frac{v_f + v_3}{v_d + v_4} \times 100$$

, ½M ·{ Ä-
 - |··{ žĚ·Âe ½Z»|
 - \ °»€f» ··Y,» ZĚ ÖYŸY·· Ä ~«
 - \ °»€f» µZ-fìY ÄìZ»Z† ·Y žĚ·
 - \ °»€f» žĚ·Âe Ä°^< aĚ€- ·Y v₃Ö·Zì]M €
 \ °»€f» žĚ·Âe Ä°^< Ä] v₄'Ě{ ž]Z

(E₄)² Ö·Zì]M {€}·Z- ½Z»|

-†Âe Ö» ÖYŸY·· Ä ~« Ä] Ä|//ÄYĚ,Âve€Ö·Zì]M Z[M]ì·Y· ÖĚÖZ]Z
 c·Â·Ä]ÖÖ°Á· ÁÄÖZ Zì]M À§ ĚĚ€Öì ·{ cÁ€a Á ...Z^ì·
 ½Y·Z°¼Á Á ...Z] d†Y Ä|< !Ě€Ö» ÖYŸY··ÄZ~*Ä¶ìÄ]MÖ·MÖd†Z
 ½Z»|Y·Zu[ÄZ€M!Ě€Ye ÖYŸY··ÄZÄ³~Ö]M,ĚZìved[MìÄ†·Â· Ä] Y·
 |Ä]M»Zì ÄY·,» ½Z»|ìY· Y· Ö·Zì]M
 ·Zìì {·Â» Ö·Zì]M [M d^ì c·Â· ÄZ°Ě·€ÄM·Ä]v{»Ö·Zì]M {€}·
 ·Ä†Ä- Ö·Zì]M [M ·Y|¬» Z] Y· ÄY{€» ĚÖ eZÖ]MY ½ZÄ|ì·Y Ä

1 %ORFN RI)LHOGV
 2 ,UULJDWLRQ \$\$\$SOLFDFWLRQ (IìFLHQF\
 3)LHOG \$\$\$SOLFDFWLRQ (IìFLHQF\
 4 &URS :DWHU 5HTXLUHPHQW

° nu Ä] Ä|< ÄÄZ Ö f Z I] M" f M Ä n u d ^ ^ z c Ö Ä • ÄÄZ Y f f ½ M Ä Ä v Ä { Ä ¼ Ä
 • Y , i Ä € a Ö Y €] ½ Z Ä Z i ³ © € e Ä Ö { € } z r E € • z i Ö Y Y Ä • Ä M « € Ä Ä Ä Ö
 • { Ö { Ä Ä f § € ³ € œ z • { c Z § M Z] Ä • • Z ^ » Ä , d œ ^ € f ^] Ä i Ä e e Z
 Y • Ö • Z i] M { € } • Z ^ ½ Z » | z Y • , Ö • Z i] M Ö f y Y Ä Ä ° E Ä ½ Z » | z Y •
 i E € e - Z y • { [M Ä € i y } € i i e Ä Ö { € } • Ä] Ö • Z i] M [M ° nu f Z
 • { É z • Ä Ä Z Ä " Y Ö { € } • Z ^ Ö • Z i] M [M Ö ° n q Z Ä Ä Ä e] a [M - Z y €] M Ä Ö Z y } | Ä f Z e
 z » ¹ € m { Ä < ° - ½ M • Y d f Y Ä { Z " f f Y ¶] Z « Ä Ä | z Z
 Ä] É , E Ä v Ö Y [M • a Ä Y « ¶ € i '] M • { Ö f § Z E • { [M Ä] Ä Z i ³ Ö Z i € Y € f [M d Ö • Z i] M
 • { É { Ä • Ä • E } [- » f Ä Z ^ Y • Y , Ä Y • , » { € } • Z ^ ½ Z » | z Y • Ä Ä € f Z v Y € œ z Ä ... Z f Y
 » • c | » { Ä < Ä { Z " f f Y] Ö Z i ³ • Ä Z i z " f f Z m f] Z
 M t f [M a ¼ Y ¾ i ' z Z i » d ^ ^ z c • Ä • Ä] ½ Y • Z ° ¼ Ä Ä ¾ ^ Ä m - / f
 • { d f Y Ä | < i E € e Ä Y • , » • { Ö { € } • Z ^ Ö • Z i] M [M a ¼ Y ¾ i ' z Z i »
 , ½ Y • Z ° Ö Ä Ä E e ^ Ä m E { Ä Y • Z] { € } • Z ^

$$E = \frac{v_m}{c} \times 100$$

c • Y • Ä - Z y a d > Z " u f ½ Z » • Z f d f Y
 q { € } • Z ^ ½ Z » | z Y • Ž y Z < • Y Ö v ~ f

, ½ M • { Ä
 - | • • { { € } • Z ^ ½ Z » |
 \ ° » € f » Ä Z i ³ Ä Ö E • Ä f Ä e Ä { Ä | v » p • { - Z y d
 - \ ° » € f » • • Y , » Z E Ö Y Y • • Ö Z Ä

½ Z » | z Y •
 a ¼ Y ¾ i E Z a - • Z q ¾ i ' z Z i » ¾ E Y • { Ö { € } ½ Z Ö E ½ Z y • | Ä Z i ¾ E Y € Ö Z Ä f Ä Ä
 a ¼ Y ¾ i ' z Z i » Ö i Z E • • Y Ö Y €] Ö , ¼ Y % Ä • ½ Z Ä Z i Y | Ä Ö E Z » Ä { Y | z } • { Ä Z i | ³ Ä Z i
 Ö v ~ // f Ö • Z i] M Ö Z // Ä M { € } • Z ^ ½ Z » | z Y • ½ Y • Z ° Ä • Ä Z Ä [M { E Y • Z E Y
 M • Y | - » | z { Ä ¼ z i E € e Ä Y • , » Ä] Ä | < Ä § Z " Y [M ~ Ä Y • Ä Ö E

$$E_i = \frac{(\theta_{fc} - \theta_i) \rho_b \times R_z}{V} \times 100$$



(PE_{LQ}) ¼ ÌËZa - • Zq ¶ Ì ÿ Zfa ½ Z

Ä ~ À Z y • d] Ä — • { Ä ^ ¼ Ä ÿ Ä ¼ ÿ ÿ / Ä Ç È // Ä ð µ Z Ä • { Ä | / < Ä ∈ ÿ } [M
Z » | ÿ Y • E { Ä » Ä ^ ð È Z y y • Ö Y PEÄ - ¼ Ä È Z Z a - • Zq ¶ Ì ÿ Zfa ½ Z » Z Ä Ç È • Y • Ä

» • Y [M ¶ ∈ • » Á µ Z - f ÿ Y Ä y ∈ q ! , f z » ¶ u Y ∈ »

$$PE_{LQ} = \frac{\bar{Z}_{reqd}}{Z} \times 100$$

, ½ M • { Ä

d ð Y Ö È » \ ^ Ä ÿ Ä] ¼ Z Ä Ä Ç È • Ä ð µ Z ÿ • { Ä | Z Ä ∈ ÿ } [M

Ë Ö • Z Ì J M ¶ = ½ Z » | ÿ Y

Ö • Ä ∈ [] ¶ » Z - c ð Ì , ¼ Ä ÿ ÿ Z Z » | Ö Y Ö , Ä] M » Z ð Á ¶ - ½ Z » | ÿ Y • Ä - Ö •
c Ä ∈ a Á ð] Z ÿ • Ä { - / Ö Ä ½ Z ∈ Ç È ¶ Y ½ Z ∈ ð » Y ¶ v » Ä Z e ∈ ' È { ð] Z Ä
Ö Y | f] Y • { Ä | < ¼ Ì » P e [M Ä] Ä Z Ì ³ Ö Y Ç È ° Ä { Z Ä V D F Y ð] Z ∈ // [Ç È ½ d
¶ - Ä] Ä Z Ì ³ Ö § ∈ • » [M Ö] M • Z Ì ÿ d ^ // ^ ÿ c • Ä • Ä] Y • s ∈ - ¶ -
Ö § ∈ • » [M d ^ ^ ÿ c • Ä • Ä] Y Z Ì s ∈ Ç È // Ç Ä { Ö • Z Z È] Y e ¼ µ Z ÿ Z Y Ä ÿ Z » Z
Z] Z ° È ∈ » M Ä | v f » c Ó Z È Y Ö • • Ä Z Ç È - ½ Z ð | Ä È » ¼ ¼ n ÿ Y Ö] M
Ä] Y • Ö • Z Ì J M Ä ÿ Z » Z ð ¶ - ½ Z » | ÿ Y • ½ M , Ä] Ä ∈ ÿ } ∈ ½ Z » [M Ä]
© Ä § Ì È ∈ e ... Z // ð Y ∈] | ÿ { Ä ¼ ÿ Ì È ∈ e Ä ÿ ½ Z » [Y Z] Ç Ä Ä Z È • Ä
® Ì ° " e ... Z ð , ¼ Ç È » || • Z] ½ , z » Ä ∈ ÿ } ½ Z » | ÿ Y • , { Ä // < Ä { Z - f ð Y Ç
Ë ð È • Ä ð Z - ½ Z » | Ö Z Ä • Y Ä { Z - f ð Y Z] s ∈ - Ö , - ½ Z » | ÿ Y • , Ä ÿ •
{ Ä » Ä ^ ð È Z y y • E a • Ä Ä ÿ Ä] » • { [M { ∈]

-
- 1 3RWHQWLDO (I ÿ FLHQF \ / RZ 4XDUWHU 3(
 - 2-SMD
 - µ Z - f ÿ Y Ä y ∈ q = UHTG ¶ u Y ∈ »
 - 4 2YHUDOO , UULJDWLRQ (I ÿ FLHQF \
 - 5 2YHUDOO , UULJDWLRQ 6 \ VWHP (I ÿ FLHQF \
 - 6 2YHUDOO 3URMHFW (I ÿ FLHQF \
 - 7 5HVHUYRLU 6WRUDJH (I ÿ FLHQF \





$$E_p = E_c \times E_d \times E_a$$

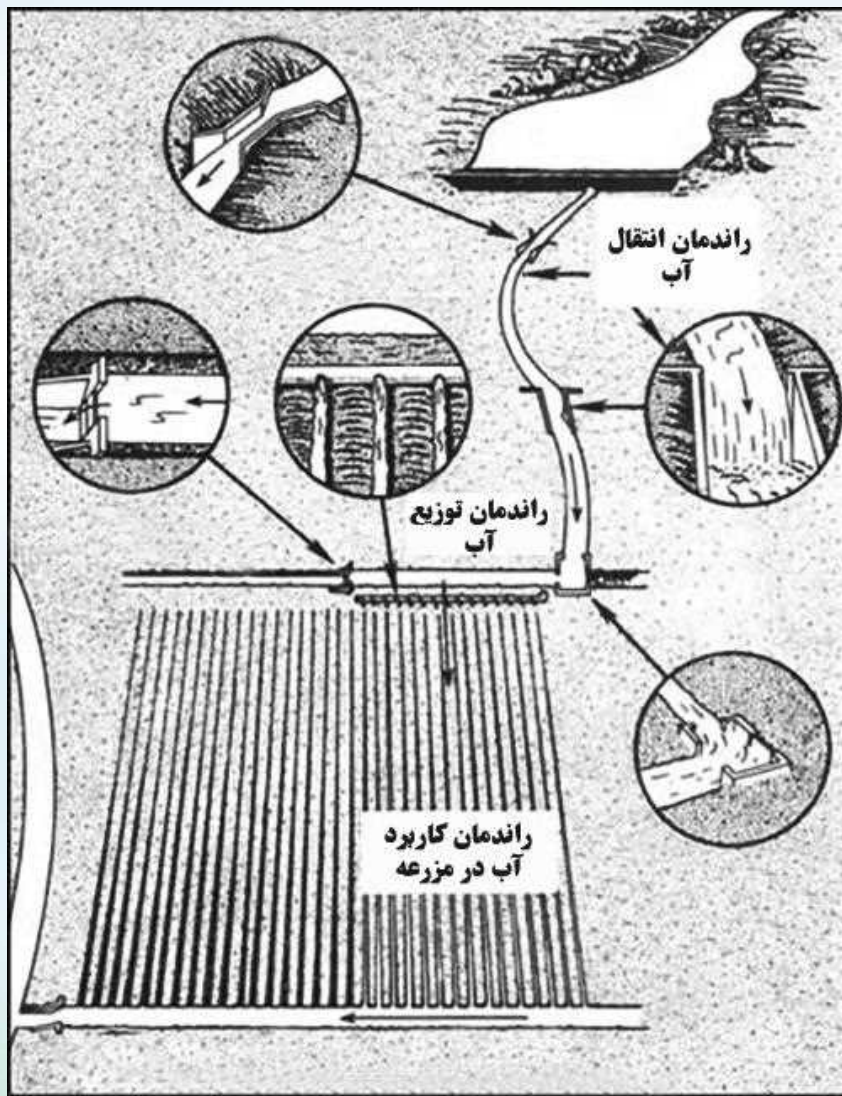
, ½ M •{ Ä-

Ö•Zì]M Ä ¿ Šì»az ð {ÄÄ}•Ä | ØEZÜÖÄì|ÆSÖ}Yç•ÖZ] Ä•Z]Ä Ö•Zì]M ¶- ½ Z

{•Y|¿ {ÄmÄ

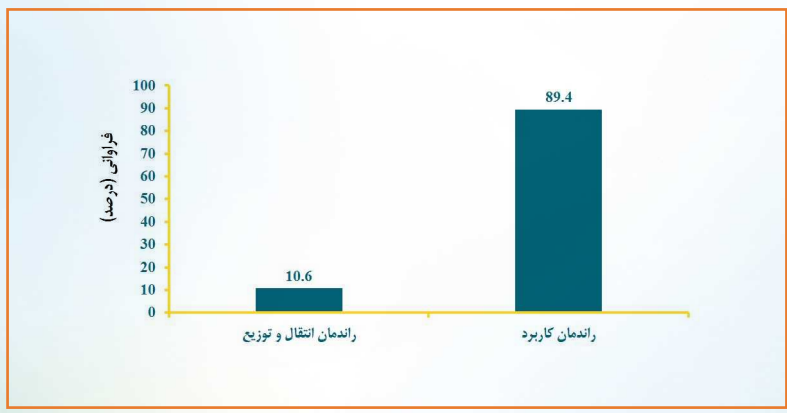
c•Ä• Ä] ZÆ ½M »Z] Y± ZÄÄ Ä»Y Ö,Z Ät~± •{ ½M ¥€•» Ze ¼ì»Pe ¶v

d±Y Ä|< Ä¶Y {•½ ØÖZ ¼<

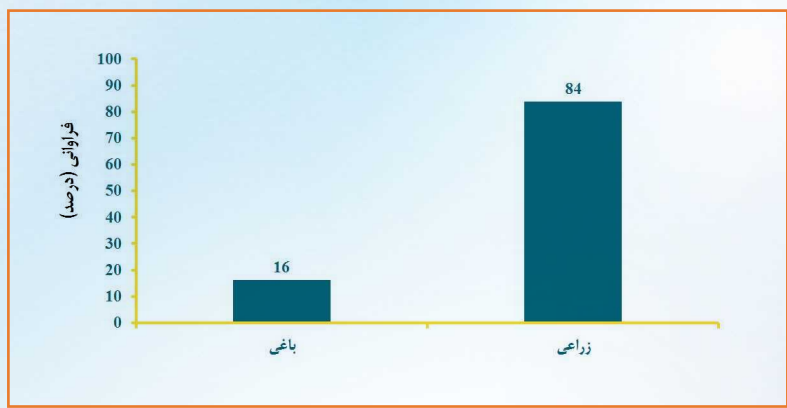


ZÆ ¿ M Z]]ZÄÄ»ÖŠÄÄY•,» t~± •{ ½M ¥€•» Ze ¼ì»Pe ¶v¶•Y [M ¥€•» Ä

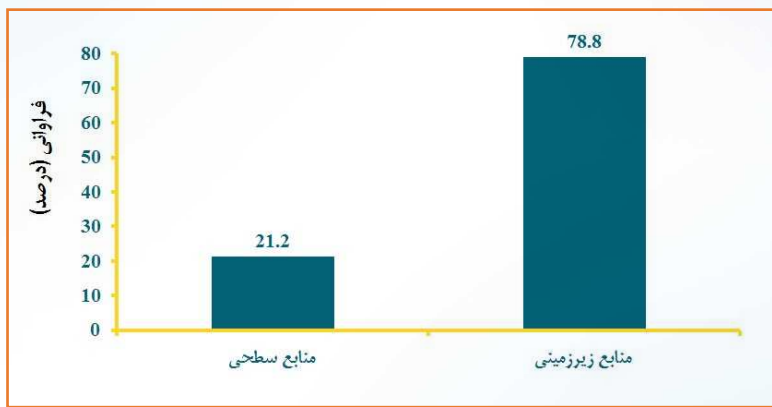
,{Ö/»« [Á//^v» Ö¼f//^ìÄ »EÁ: 1ZP ÖZÉYÉQ Y€]YÖZÆmÖÄZn/«M dY
 cZÿÔ—Y ®//¿Z] ÄìÆe Ä//] ¹Y|«Y ,Ö•Z//ì]M [M ½Z//»|¿Y• Á
 •{ž»Zm Ö//±•€] Z] •Á//œÀ» ¾É|| d//±Y Äfš€³ ½Ä±/|¿YÁ//C
 •{Ä|//« €//œfÁ»» Š//Z]» Ö/Á,¾•Y ¾//ì] Á Ö//,» t~//± •{Äf//«
 ÖZÄ//± Ö— Äÿ•Ä»Y•|¿X|Ö•ZQ/Ä]M ed/ÁÄV¿OE- t~½Z »|¿Ö•Z/Äì]My
 Ä|« ¹ZŠÁÁ,,ÉZÁ 1•Zu |ÉZf¿¼ŠmÄÉZÁ¾dš€³•YÄ€¼Ö•Á•M] {•Á»
 ½Y••ÁZOE- dÉ€É|» Z] Ad½EZÿ,ÁY€ÄZ¿OEY•Y{ÄZÁZ-Ä-vÁZOE»±É
 ÊeZ-ÄZv^ÉZÁ•¿ÖOEÉZì»•M•ÖÄÄ,,dZNY¿Y•ÉZÁÆZfÉÄEÖ|¿Y Á
 ÖÄÁ^ÄÄZ»AZ± •{Ö•Zì]M Ä¿Z»,¿YZ ÖZ ZÉ••Y 1•Ä•uy |ÉZÖY €'É {
 %•Y,³ Ö¼±•Ä•X±¿Ä] ÄÉÉ€imÄZÁf¿{OE-ÄÄ,,ea Ä,fzZÁÉZÁ± {¾ìWZ
 dš€³ •Y€« ÄmÄe {•Á» •Á
 ½Z»|¿Y• •Á¿ -1»ZÄ{Y¿¾ÉZÁÄZì¾É.ÄZÄYÖ€ZÖZÄÉ•Y®¿ZZ³¾
 ZÉÖ,-i Ö•Zì]M Ä¿ZMZ±[MÄ¾ì»ÖÄÉ»Ä»É; ÖÉZQvZÉ ÖZÁ••
 ZÄY{žÉ•Áe Ö¿Ä-q ŠÁÁZaÖ|Ö¿Z» ÖZÄ•Áe Á ŠÁÁ,,a ¹Zn¿Y
 Ä¿Y ÄÖY•1° ÖZÄÄ|žYZÉ.ÖZÄY €]



{€]•Z- ½Z»|¿Y• Á½ZÉ»Äe ÁÄZ¿Y€ZÄ] ÖZÄMES |••{



μ Â • v » • Â ¿ © Æ { Y e { Æ] ¿ Z Å Y I e S | • • {



[M ¾ | » P e ž ^ Å { Y (| ° E e Y Å] Y e S | • • {



• Â e - • { É z Å † • { É • Z I] M ¿ Z f z Z Å É Z Å Z Å Y Á Y I e S | • • {

{ Z Å Ö € Z I } M
 € € ¿ Ä ~ ¿ • Y
 Y • Y • { Á Ö Y
 »
 Y 1/2 M ã | À Å { 1/2 Z // Ö ¿ Z Å
 } { • Y , ¾ Ä Á , « , Ö] € £ 1/2 Z n Ë Z] • } M , 1/2 Z f ^ 3 , ... • Z S
 » • Â • z • Y
 M Ö Z Å
 x % • Y , 3





، fz » ÖZÁ†YÄ†Y ZÊ¿YÁY¶ES |••{



، fz » μZZÁ•Ä{ZÁ Ê¿YÁY¶ES |••{

[M {€}•Z⁻ ½ Z̄†Y{Y}•Ä]ž ÊÄÄ€½AZÁZ-Yf•ÄYQ•ZÁ•€¶°ZÁ]Z~»
 žÊ•Äe ÄzZ|†Y•YÁÖZÁÄ] ÄY•, » t~†•Y|ÄY{†|•{ÖÄ/Ê 1d/n†Y Ö
 cÓÄ•v» •{ZÁÄYÄQ•Ä a]Z~» ,ì¿ [M ¾ì»Pe žÄÄÄ] ÄmÄev•ÄÄ
 ÖZ†Y{†YÄ] ÄmÄe Z] ¾ÄZ†Ä » z†YÖÄžÄZ€•ÄZÄÄiZÄa Ö
 Ö¿YÁY€S,f//†Y•QÖZÁZ°» žÊ•ÄreÊ€¿Á•Öv%††ÖÄZ†Y{QZÄÄÄ
 ,½ZÆ"•Y½ZZ†Y•ÄYžÖZÄ•ÖZÄM†Ä,] ÖZÁZÄ» \,ÉYÄ{Y†d//†
 ½Z°» ¾ÉY•Ä•YZÄ†YÖZ†Y{QÄm³Á Ä€ìÉÁ,½Z»€⁻,½Öì³,†
 d^ì¿{ÄmÄ»ZÊ°-½Z»|ÖY,†Ä†YZÁÄÄ†YÖy†€†ÖZÄ
 ÉZ†Y{Ä-ÊEZn¿M ÄYÄ¾†ÉY,ÄY/†Y ÄÄÄÄÄY€•Ä†Y•ÄÄÖqZ/Z/†
 Y~•, d//†Y|¿{ÄmÄZÆ¿MZ¶ìÖvZ½Z°•ZÄ•Ä†ÄZ†Y†YÉZ†Y||«

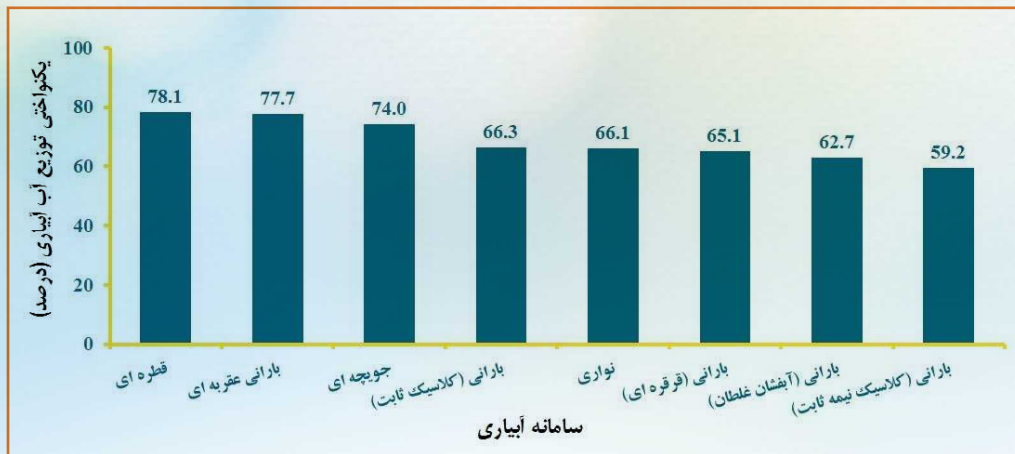
ÄmÂe Z] Á Ã{Â]Ã¢¸¸Z"Ö¸ZZ»Â ž ě ZÄ/¢ , ð¸ 1d\$E·Y †Y]€ÖZÄmÂe {{ ÊÄ¸Z Ä·SÄE
Z- ½Z»|¿Y· -†Âf» ¶°‹ d†Y Ä{Â] µZ†·{
M ¼ËÓ µÖZÄÊ¸¸Y YZ]€Ë·Zì]M ¼ìZ ÖE\$·Âvye é·Dì]FÖÊZÄ]Z¸«Y Á À·Y Y ·Y{ÄoZ
Y· {Y· {€///DÉZTË··Y ÖY€] Á Ã{Â] Ö{ZËÄ{Ö¸Z¸Ê YÄ Ö¸ZÄq»€ÄÖ YdÄ"YÄ ÄfS»€
¼ì¼Ä \†ZÀ» ¶ì,ve Ö·Á ,d†Y ·Â·y ¼ËY ½Z Ö]S¸Z· Ad ìž »Ä nž »cZ
Ä ·Z~» ¼ËY ·Y ¶·Zu lËZf]Ä{...Z/€†Y[¶]d Ä· ½Zì·Äfö»·Zì¸yYÄ¶{ÄÖÄoZ
Y· -†Âf» %ÄÁ· Ä] ·ÄÖE-·Ö "Sì]YÄ]·¢{||†Y ½M ðZ}AZÄ{†½ÖY€jmÖ·Zì]MÄ ÖZ/Ä
d†Y ¼ËY ÖE] ÖÄZè]MÄÄÖÖ¿Y·Z] Ö·Zì]M ¶»Z//Á ÖZr//ÖE\$Ö·Zè]
l , Ö†Y·[ÄZÖÄ]»Z¿€] €ÄR"€ÖZÄËY%ZÄ·Á·d†€f¼ZÖE\$Yd€%Ä]·Dì]FÖÊZÄMÖ¼Z
d†Y ½Äì, ìöfÄ† Ö"Y·Y·{ [M ¥€·» Á Ã{Z"†Y dì "Á {Â^Æ]d,†ZìÄ Ä·»
m fÄe 1dZm d†Y]·Ä†//Äq·ÄÖE-·{ [M ¥€·» ½Z»|¿Y· Ö, §·Y|¬» Ä°ÄËY
ÖE» Ä|¼Y¥€ËÖ{ÖÄ'·Y Á ½Y,ì» ·{ Ä|‹ 1Zn¿Y cZ»Y|«Y ÖÖEz]€iY ·d†Y
Z//ÖE\$·dve ·d†Y ½Y,ì» Äq%ÖÄ·Zì]MÖ]·Zè]MÖZÄ»|¿Y· ŠËYŠ
Ä ÄmÂe {Ä|u ¶ì^¿Zfa ZË µÄ·u ¶]Z« ½Z»|¿Y· ÖË€†eÖ·ÄìÖM¼%Ä¸»·Z
, Ö,ÿ d†YÄ]Ä·ÖY Ö·Zì]M{Ä]Y€ÖÄY·Z] Ö·Zì]M ÖZ»Z]//†Z/ÖÄS|
·{ Ö·Zì]M ½Z»|¿Y· Ö, §dì "Á Z] ¶ì^¿Zfa Á ÖÄÄY€-Z†½Z¸|¿Y·
cZ¬ì¬ve ÄcZÄ"ÖÄ·Z†¿Z]Ä·{Y¼Z YÖZÄÄ]µÖÄì¶ ¼ËY Ä] x†Z
d†Y Ä|‹ €^ì» Ö†|Ä
Ö † ,d<~³ Šz] ¼ËY ·¼Z»M¿Y€€E{ZÖ·Zì]M·ÖZÄ» cZÿÖ—Y Á
Ä Ö,,eY€f†Y dËZÆ¿·{ Á {ËÖy ZÄÖW YÄ{Y·Ä¿Z]cÖËYÄX{/†ÄÖ
{Ä‹ ÄWY·Y ¼AZÖ|¿Y·ÖÄ·Zì]M€ÖZÄZÿÖ—Y Á ·Z»M ŠËZ

hvj] Á lËZf¿

Ö·Zì]M¿Z¸Z†·{ {€]·Z- ½Z»|¿Y

½Z»|¿Y· ÉÁ· É¼Æ» Êè]iPzÖËÿ·ÉZÄZÄZÄ]MfÉÄÁ·ÄÄZ¼]Ä¶¿Y cZ
Év~†%ÉÄ·ÄÄ] Ê]M Ê"Yy ŠZ]nÄM··Y {·Y{ d†Y Äÿ·,» ¶lyY{·{ [M
Ä|‹ 1Zn¿Y \ìe€e Ä] Ê¿ÄrÄÄ€S ÊZ]Ä éZ·ZÄ]MÉŠZ]Ä,¶ÉÄÉ·Zì]M

Ä Ö·Zì]M ÖZÄ
¼ZÖZ
½Y€Ë
½MÖZ



• Âœ- • { É•Zì]M¿Zz†Z† ÉZÀM žĚ•Âe ÊfyYŦ°À•Ě -†Âf» È^ĚZ¬»

[M ¼ì»Pe ž]ZÀ» ...Z†Y €] {€}•Z-

cZ .Zž ¼ rō |À|//†Y Ŧ°|///« •Ā WŦY•ZŸ]M [M ¼ì»Pe ž^À» •Y Ö]Ze c
 Ä°^//< Öv~|Ä†Yž]ZÖÄ»Y ÁY€Š {•Y{ Ö•Zì]M [M {€}ÖZ-¼ZZ/œ¿Y
 ¶»Z//< Ö•Zì]M [M ¼ì»PÁe ž]ZÄ» Äq//†ZqÁÄ†ZÁ•« ÖÀì»•€Ě•
 |•YŦ°< |Àf^ÁÁ|••{ , Ö¿YÁY€Š ÖY•Y{ \ìe€e Ä] ÖfÀ† Ä°^
 Ä|ÀÄ{ ½Zœ¿ €ÁY\ìeĚYe Äj† Ö•Zì]M Öv~† Á ÖÀì»•€Ě• ž]ZÀ»
 Ä¿Zy{Á• Öv~† ž^À» Ä] •Â]Ö»» Ö•Zì]M Ä€Z•Z†Y½DÀ|»Y€Ě•
 ÄZq Á cZÄ°«< , €Ěì» ÖŦZÁY •{ {€}•Z Ö¼Z/†¿¿Ä°^H†ÄÄf]» •Äj†Y» |½•
 [Ŧ°< d†Y Á••{ , \ìe€e



[M ¼ì»Pe |,fz» ž]ZÀ» •{ Ö•Zì]M [M {€}•Z- ½Z»|¿Y•Ŧ°Ě^ĚZ¬» [Á Ö•Z



•ÂœE- |,fz»ZÖ±YÁ•{ É•Zì]M [M {€}•ZÁ|»Z»|¿Y• Ä^

cY€ììæe \È«Z»|¿Y• -±Âf| e ½Z»|¿Y• €j»Z»|¿Y• ¶«Y|½Zf±Y
|••{ |••{ {€}•ZÖ€Ä±Y|¿Y|••{ {€}•Z-|••{ {€}•Z-

Ö «€(½ZnÈZ]•}M
Ö]€£ ½ZnÈZ]•}M
¶ì]{•Y
½ZÆ"•Y
•€^•Y
¹ÖÈY
ÖÄ"• ½Z±Y€y
½Zf±•Äy
½Zn¿•
½ZÀ¼±
...•Z§
¾ÈÁ,«
½Y•|¿•Z»
Ö,-€»
½Y|¼Ä
Ö•Zìfz] µZv»•ZÆq
½Zf±{€-
½Z»€-
ÄZÖ¿Z»€-
|¼uY€ÈÄ] Á ÄÈÄì, 'Æ-
½Zf^,³
½Öì³
¾ì'¿Zì»

•ÂœE- •{ žÈ•Âe Á µZ¬f¿Y ½Z»

,{•Y{ {ÂmÁ ÖfÀ±ÄÄ^½•Ä» Ö±»ZÖ»Zì]M ÖZÄ- d//±Y ½M Ä|Ä
žÈ•Âe Á µZ¬f¿Y ½Z»|¿Y• -±Âf» ,ÖeZÿÔ—Y Ö¿Zì]M ÖZÄ...
ÖY€] •ÂœE- •{ žÈ•Âe Á µZ¬f¿Y ÄÄ±Y Á-±Âf» ÄÄ±Y ÄÄ±Y ÄÄ±Y
¶°Ö»{Â•ÁM€]Ä|u•{ Ö¿Z»•Ä•

•ÂœE- •{ Ö•Zì]M ¶= ½Z»|¿Y

|••{ ¾f§€³ €œ¿ •{ Z±¾ì€€è¿ÄÉ•Zì]M [M ¶- ½Z»|¿Y• ,Ä •Z~
•{ ½Z»|¿Y• ÄÄ±Y ÄÄ±Y ÄÄ±Y ÄÄ±Y ÄÄ±Y ÄÄ±Y ÄÄ±Y ÄÄ±Y ÄÄ±Y ÄÄ±Y
{Á|u ,€'È{ c•Z^ÿ ÄÄ|uìÄ} {ÄYÄY|•¶ì¼ e Ä•Äu Á d//{ ±•

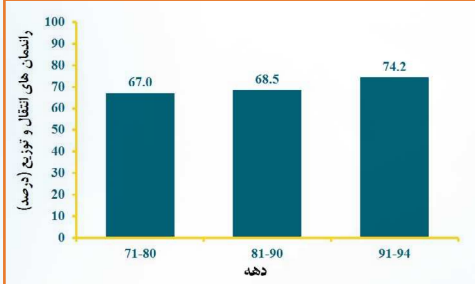
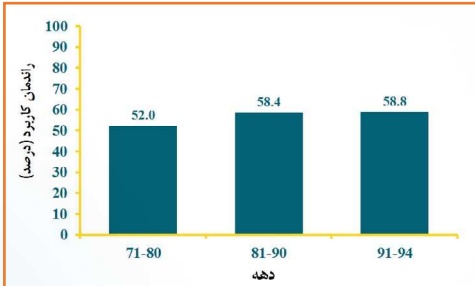
ìæ e Ö]ZË•Z{Á|u cZ", e ¾//ËY ÄÿÂ¼n» Ä- {•Y{ {ÂmÁ Ö-¼Zÿ/êÂ//
 e |¿Á• Ö]ZË••Y IËZf¿ |ì//†• {[Ä|uÄÄ]±†,]½ZZ|¿Y••{dZ•{e•Y|-» ¾Ë
 °Á €³Y {•Y{ Ö€f¼- Ä,•Z§, |••{ Ä †ÂeÖµZ½Z{/ÖZÄ•Ä½Z
 ZÄÄ » Äf§ZË Ä †Âe ÖZÁ•Äœ- Z] Ä^ËZ-» •{Z»Y |ì†• °ÄÄ•ZÄS
 ìe€e ¾Ë|]M ž]ZÄ» dË€Ë|» d-€//< -//†Âe ½•|» Ä°^//< žË•ÄêÁµZf¿
 ¾ËY ¾f§€³ €œ¿ •{Z]ÖZ]dZ-Y½Z//|¿%•Y,†HÖ]M µZ//† ÖY€
 Y,§Y ½Y,ì½Äf//Ö€Zu,{,Ë½Zf//,†YÖY€] Ä{¼Ö}Z- ZÄZ€]]Y€] ÄË†Z-»½Z//
 ½Z»|¿Y•|Ö/œË†Y§Y€fœì½ZM€ìYæ€ËZ€ÄÖY•Y¿ ÄÄY{ {Ä^¼- ¶ì•{Ä}
 †ÄŠËY,"SÆne Ä±½YÄê dZ-YÄZÄ{ÄmÄÖYÖZÖ•ZìµM|†-½ZÄ|/¿YÄÖWÄ•YZÉ
 ÉZÄ d†Y Ä|< ÄWY•ÄÄÄÖY†Z•Ä|ZÄ»
 €€ìYÖ•Z]M ½Z»|¿Y• -†Äf» {Ä¼¿ Ä•Z<Y ZÄ
 M ½Z»|¿Y••Y €f¼- Ö•Ä Ä//^ËZ-,†Z» ZÄ†Y•{É•Z]M [M-¶-µÄZm|¿Y• Ä^Ë-
 ìy Z],€ìz^e ¶ì:¿Zfa Ä,Ö•|¿Z]½Z»|¿Y•¶-½Z»|¿Y• ½Zf†Y

-
- Ö «€< ½ZnËZ]•)M
 - Ö]€£ ½ZnËZ]•)M
 - ¶ì]{•Y
 - ½ZÄ°•Y
 - €^•Y
 - 1ÖËY
 - ÖÄ°• ½Z†Y€y
 - ½Zf†•Äy
 - ½Zn¿•
 - ½ZÄ¼†
 - ...•Z§
 - ¾ËÄ,«
 - ½Y•|¿•Z»
 - Ö,-€»
 - ½Y|¼Ä
 - Ö•Zifz] µZv»•ZÆq
 - ½Zf†{€-
 - ½Z»€-
 - ÄZœ¿Z»€-
 - |¼uY€ËÄ] Ä ÄËÄì,Æ-
 - ½Zf^,³
 - ½Öì³
 - ¾ì'¿Zì»

{ÄmÄ†YÖZÄÄ]..Z†Y €] ÖfÄ† Ä°^< ¾ËÄe€œµZ-(fZ] Ö†Z]MÖY€]¶-
 {ÄmÄ†YÖZÄÄ]..Z†Y €] ½•|» Ä°^< žË•Äe Ä µZ-f¿Y Ä{•Z] ÖY€] |••{
 ½Y€ËY [M ž]ZÄ» dË€Ë|», ½•{§ÄZ]ÖÄZ]M [ÄêÄeÄÄ•Z-f

½Y€ËY • { ½M Ö¿Z]M ÖZÄ

Á Á È Á { Á { • { É • Z Ì J M » { € ½ Z Ö E ½ Z Z / » † ¿ Y • Ö Z Á Z I » Á | ¿ Y • c Y € Ì ì ð
 Ä] ž È • Â e Á µ Z Ö † ¿ Y ½ Z Á † ½ Y Á d † Y { Ä ½ Z Ö E • V Á e e Ä Ò Á { ò ì ¿
 ¶ ° // † d // † Y Ä Á Á] , | • † { e e e Ä Ä Á Á - • { » , Ì Ö Z Á Z I E Z Á Z - Á { µ Z M f c Z " , Ö
 µ Z † • Y Ö † • Z ^ Ö Á Á I • Á M € Á | • , { \ ì e e e Ä] Ä Á { • { Z I E Ö Z Á | ¿ Y • \
 • { d † Y Ä f † Y { Á | u Ä • Ö Z † , Ö • Z È Á M ¶ // † Á Z / † ¿ Z È Á { - // † Á
 | ¿ Á • |] µ Z † • { Ö e • Z ^ Y Ä] d // † Z e | • µ Z / Ö E • { Y ¶ µ Ä ¿ Z Ö Z I / Y • Š È Y
 ° Æ » ¶ , Y • Y d † Y Á Á u | • Ä e Á Á Ö Ö Z Á] Š Ì a Æ / E { Z - Á »] a] Z ~ » Ö • Z Ì J M
 , - Z y Á [M ¶ Ä V E Z E } Š Ì Y ¼ Y Á Y È Á Z ³ M ½ Y , Ì È Š Ä Z Á , Š Ä È Y È • Y ½ Z È † Z
 Ö Z Á † Ö Ö Z Á ° Ö E Ä € V E Y • Ä] { Ö I § Z È Ì µ Z e - Ö Z Á Z Ö Z Z I † M Ä ¾ Á Á % Ö E Z Á] M
 | • { Ä † Á e µ Z u • { Ö Z Á • Á Ö E - • { Ö • Z Ì J M Z Á Z Ö Á | Y M Š] Á Z • Á
 € œ ¿ • Y Z » • Á Ö E - Ö ¼ Ì , { Ä Y u - Ä Ä Y € € // Ö Ä I µ € Ö Z Á Á † Á // Ö E - • { Ö • Z Ì]
 d † Y c Á Z " f » € ' È { Ö Z Á • Á Ö E - • Y Ö ,



| ç Y · · Y Ö E Z Ä

Ä ~ À » Ö Z Ä · Â Ö E - · Y Ö y €] Ö · Z I

¶ W Z ^ » Á Ö ¼ ð y Z † € E Y € Å] Ä Ä Ö / Ä § , Ö Z Ä ½ Z Ä E n Ä € Ä † » Á Ö Z · Ä ì Ä M Ö Z -
Ö Z Ä · Â Ö E - · Y Ö y €] Ö · Z I J M ½ Z » | ç Y · FAO Ö ç Z Ä E m · Y €]
d † Y Ä { Ä } µ Á | m s € (Ä]

Á µ Z - f ç Y Ä ° ^ ç Ö Y · Y {

^ ç Ö Y · Y {

µ Z † · { Ä † Ä e µ Z u · { Ö Z Ä · Â Ö E - · Y Ä Ö m €] Ö · Z I J M ½ Z » | ç Y · ½

° ^ ç Ö Y · Y {

µ Z - f ç Y ° f ^ ì †

ç Y

· · { ½ Z » ç Y ·	· Â Ö E -
	Ö ^ \ .
	Ä Ä
	€ · »
	Ä E · Ä †
	½ Z f ^ - Z a
	½ Z f ^] € Y
	Ä ì - € e
	¾ ì q
	½ Y € E Y

½ Y € E Y · { É E Z ì] M Z Ö E Z » | ½ Y · € E Y | Ä { « Y ° Ä É Z Ä · Â Ö E Ä] Z Ä m Ä E

Ä / T] | ç Á · Ä Ö Z Z † ç Y Ä ½ Ö / Z Ö ç · Ä | d † Y Z Ä f ç Y { Ö M Ä Z µ Z ì] † Z e Ä ~ À »] Ö Z Ä Ä Ä /
/ m Ä e Z //] , µ Z // u d † Y Ä f § Z E ¶ ì , - e · Z ì ^] , ¶ ° ^ · { Ä | ç Ä

Ä Ä ° E ¶ // ì { €] Ä Z - d] Z Z » ¶ ì / ½ Z Ö † Ä Y , Ä e Ä Ä " Ä Z · Ö / Y Ö Ö Z M Ö Ö Z Ä ì Ä M c Ö Z Ä ~ » ¾ ì Ä
Ä] d E Z Ä Y Ä Z] Ä » ì Ö Z Ä Ä Ä / Ä E / M Y Z Ö Z Ä » Ö Ä / Ö E ì Ä e Ö Z Z Ä / M Ä · † · Ö] Ö Z Ä · { ¶ -

// ì] M Ö Z Ä Ö Z Ä » | ç Y · € E { Z - » , d † Y Ä ½ Z u / Ö Ä » ¶ / Z † Y Ä Ä f /] Ä Ä Y Ö Y E Z - Ä E € Ö +
c Z Y Ö - Y Ä ¶ ì Ä m e Ä Ä Ä] ì Ä f e] Ö M e Ä ½ · Ä Ä Ä Ö Z Ä Ä Ä Ä Y E Y ½ · Ä » Ä ½ · Ä f ^] ç Y , f z Ä , Ö Ä Z

½ Z] Y } , M É Z Z Ä f † Ö { Ä Ä x e m Ö Y ¾ Ä E r ¼ Ä Z Ä Y † Ä Ä { Ä ¶ » c Ä - Z Ä f Ö °) Ö Ä e f Ä - c Ö Z I Ä † Z e {
- Ä | ç \ m Ä Ä x Z ¼ † Y e Z Ä Ä § Ä Z Ä Z Ä f Ö · Y Z Ä ì] M Ä Ö Z Ä , » ¶ y Y { · { Ä Ä | ç Ä ¶ Z - f † Y [M

ì † , Ö] Ä Ä m Z ½ Z † Y · € Ä - , ½ Y † Y Ä Ö Ä ½ Ä f ¼ Y ì Ä e Ä Ä] · ¶ // Ä Y { Ä Ä Z Z] ç Y E · Ä e / Ä Y µ
W Y · Y ½ Z ½ Z » Y e Y e § Z - Y Ö S · Y Y Ö » ì Ä Ä f Ö Z E ¼ Y Ä e Ä] , ì Ä Ä | Ä ° Ö · Z † Ä Ö f Ä ¶ ì Ä

Z » | ç Y · d Ä " Ä Ä] Z E · Ä Y § § ° e Y Y , Ä ç Y { u { Ä Ä m Ä Ä | Z e Y Ä | - u ¾ E Y Ä Y M / § E Y / § Y
Z » | ç Y · { Ä m Ä » { Ä } | Ä M Ä Ä e Ä E Ö f Z · f



c Z v ¨ • ½ Y € Z Ä e » • ½ Y € E Y Ê Ö ° Á • Á c Ö Z Z Ì] M Ä Y Ö Ä ¼ r Ä f Ì ¼ -
 Ä Z ' Ö E ÿ Y { | ¼ Z E Ö Z p Z Ä ½ Z Z † • Ä y Z ½ Z f † Y • { Ö ÿ • Z], Ö Ä Z V] M Ä { e °
 Ä v ¨ • • Y Ä Ä Y ½ Y € ¼ c
 I ÿ €] Ö Y €] [M • Y Ä [Z Z] / ¼ Y Ì Á e • Ö , Ä Y] Ä M / ¼ e Z • Z † Ö Z X • , Ö - Ì -
 ½ Z] M ½ Y € E Y Ê // Ö ° Á • Á É • Z Ì] M Ö , » Ä f Ì ¼ - Š E Z ¼ Ä ¾ Ì ¼ Ä {
 c Z v ¨ • ½ Y € Ä e
 Ö { • Ä » Ä € Z « Ö • Ö M L Q Ö Ö Ä « Y Á Ä Ì P E Z Z » Ö Z X • Ö s] Z Ö E Ì a
 c Z - Ì - v e Ä / Y † e y Ä Y • , » • { [M d E € E | » Ö , » Š E Z ¼ Ä ¾ Ì • Ä Y c
 k € - [M Ä - Z y
 É { Z E]] M € Ä Y , Ö : Z • Z Ä Ä e ñ e y 1 , Ö , Ì Ä ¼ † ¼ , ½ Z E , { Y Ä / € Z a € e
 k € - Á [M Z y c Z - Ì - v e € Ä e R Ä M • d E € E | » Ö , » Š E Z ¼
 É Z Ä • Z ° Ä Y • Ä W Y • Y Ä Ö] Ö E Ö • Y E E • Z Ä] M » É Z Ä † • Á Ö • e , Ö - Ä Ì † Ö
 Ä Z ' // Ö E ¾ Y ¼ { Ä ½ Y € E Y Ö // Ö ° Á • Ä Ä Ä Ö • Z Ì] M • Z Ì] M Ö Y , » [Š E Ö ¼ Ä ¾
 | Ä Ö » Ö † Ä { € §
 Ö Ä Ä † • Y Ö { Y | e € - † [Ö Y e Ì » Y P e { Ö Z Y Ä • Á Z // Ö - d - , Ö / Ä E » Ì e , m
 © €] Á [M . Z Ä Y • |] • Ä e Ä Z ' Ö E ÿ Y { ½ Z f ^ ,
 , € Ì † { e Z f e Z Ä Y Ö r d e y • Z Ì] M Ì Ö Ö s Z E • • Y , Ä Z Ä a { Ä e » Y Ä e E Z Ä Y , ^ ÿ
 ¾ ¼ Ä ½ Y € E Y Ö Ö ° Á • Ä Ä Ö • Z Ä] M • Z Ì] M ÿ Ö Z , [Z Ö Ö Ö Ä ¾ Ì • Ä Y
 | Ä Ö » Ö † Ä { € § Ä Z ' Ö
 Ö % Ä • Ä W Y • Y Á Ö § € • » Y [M Ö Ä Y , Z Ì * Ö // † Ö E Ä Z e , . . , Ö e / † m
 ¾ Ì • Ä Y c Ö Z - » Ä Y Ä ¼ n » • Y e , Ì » e Ì » Ä , e Ä Ö E Ä % • Ä] d Ö E Z Ì] M [
 c Z v ¨ • • Y Ä Ä Y ½ Y € ¼ e q Ä e | Ä e { Ö Y Z Ö / e • Z Ä { Ö • Z Ì] M e Ö Z Ä Ö , » Š E
 Ä f E • Y Á Ö { • Ä » Ä • Z ~ » I ÿ €] k Ö Ä Ä / Ö E V e , € « Ä Ä Ö] M , Ö e / Ì Z ÿ ; Ä Y
 Š E Z ¼ Ä ¾ Ì » Ä { c Ö Z - » Ä Y Ä ¼ n » ½ Y • • Ä • Z € f ¼ Z f E Ö { Z] Ä e { Ä Y
 • Y Ä Ä Y ½ Y € ¼ q | Ä e † Ä Z ' Ö E Ä Y { d E € E ¼ Ä Ö] , » Ö
 Ê // † Z Ä » Z Z - ½ Z E Z a ¾ E Ä , « 1 E Z Z]] M • Ä E † Z E • { Y , Z Ä Ä Ä e } e } Ä a f }
 ½ Y € Ä e Ä Z ' Ö E ÿ Y {



½ Y ∈ AE AE ^ E { • Y ½ Y ∈ ¼ Y Ö † | À AE » Ö • Y { ∈] Ö Z Å { ∈ ^ Å Y • - Ö Ö 9 Å • ¶ Å V Ö † / Z Ö] M • Ö Z Å Å 1 , Ö f » Y ∈ ^ , 1 , ½ Y | u / É • Z] M Ö Å Z ' Ö f } ¾ ¼ Å Ö Ö Z ° Å Å Å Ö • Å Z ð Ë M Ö Ö Z Å Ö , » Š È Z ¼ Å ¾ ì » Á { c Ó Z e » | « • Y Å Å Y ½ Y ∈ ¼ q | Ì AE < Ö Z - » Ä Y Å Ö n » z e ½ Y Ö f ¼ Å Ö % ~ Å • Ö { Z Ö] M Ì Ö M Z Å ½ Z ½ | ð Ö † Z Å Y d È È ∈ È] » , [Y ∈ AE † , ¼ q | Ì AE < ½ Y ∈ È Y ½ Y ∈ AE e ½ Y ∈ È Y % Å { M Å ¶ Å Å Ì Ö Z Å Ö e Z Ì Å M] Ö Z Ì Ö e [Z] M • Å e] 8 3 Ö » | Å - ~ Å » Ä { ð » Z # Ö { Z] M M ∈ Ö Z Å Ö Å Ö • Z Y Ö] Z È • • Y , Ö Z Ì Ö Š È Z ¼ Å ¾ ì • Å Y c Ó Z - » Z v " • , Å • Z ¼ < , ½ Z f ^ » • Ö • • Å Z Ö - Ö † | À AE » • , Ö { Z] M • Å e] Å Ö M | • Z - Å Å Å • Å È Å { v Z] È • Z È Å Y È Z Å k , È ð Z È Z] , • , % Å e Y ∈ " Å - ¾ ì Å Å { • c Ó Z - , » d Ä Y Å ¾ Z ½ < , È • Å Å Z Ö e - d È † | À AE » Á È Å § c Z - Ì - v e Ì AE < Å Z ' Ö e Å Y - Z ~ » µ Å § e ~ ½ Z Ö Z Ì Ö M Ö Ö Å Ö] Z È • • Y | À » Á ∈] Á • • , | À ½ < / , Ö { Z] M • Å e] Ö e Ö Å / » Å Ö • Z ð Ë M Ö Ö Z Å Ö , » Š È Z ¼ Å ¾ ì » • Z AE q c Ó Z - » Ä Y Å ¼ § Å • ð Ì Å Ö Y • Y Å Å Y ½ Y ∈ ¼ q | Ì AE < Å Z ' Ö e Y Ö e ð Y { • { Ö • Z] M Å ° ^ < Å q • Z b ° È ∈ È Å Å q , z z y È Y Ö " Y [Y Ö Ö ¼ Z] M , ½ Z • Y | Ì AE < Å Z ' Ö e Å Y e { • Y // Ö e ° Å • Å ° Ö / Z b] È È Ö Z Å Ö , » Š È Z ¼ Å ¾ ì • Å Å È Å § c Z - Ì - v e È ^ † R » - c Z v " • , • Y Å Å Y ∈ ½ Ì] M Ö Å { • Z Å ½ Z Y È , z Å e] Å Ö] M e s Ö • Y ½ Z ° » Y v Ö † Ö e È Å M ½ Ö Z Å e Y , Ö È Z Å Å • ½ Å ≠ , Å Å Z - Å v " • , ½ Z AE " • Y Ö f À • Å Z ' Ö e ð Y { Å Å , ¾ Y ¼ Å] ½ Z È † Y c Z È Z] • { Å q f // ^ Ì Y Ö m Z] Å e ð È e Ö † Z Ì È M , Ö Ö Å v ¶ » Y Å Y k ∈ ^ , d ^ i Ç • Z ¼ < , È • • Å Z Ö - È † | À AE » Á È Å § c Z - Ì - v e / • , 1 , d // » Y ∈ ^ È Å " • ... | « ½ Z f † M f ^ Ì Å ½ È M e e - È v Å Ì Å M Y È , Z Å Y n » [M ≠ e d] Z Ö • Ö Ì † Ö - Ö f Y Ì Z] Ö • Z Ì Y M Ö Ö Z Å e » ¾ ì Å È e Å » Å Y Z] Ö f Z È • È e AE < - | Ì AE { Å • Z Å Ö e Y e] e Ì z ^ e Š Å Z - Á Ö • Z] M Ö e † Y e † • Z Å Ì ¼ † ¾ ì Z Å ½ Z » e ^ e Å Å Z] ¾ ì ¼ f " Å c Ó Z - » Ä Y Å ¼ n » • { Ö • Z] M Å ° ^ Ö AE Ö Å e • Z] e] Ö • Y • - c Z v " • ½ Y ∈ AE e • Å È e È Y È Ö È Å • Å Å É • Z] M e Ö ¾ ì » Å // † Á Ö • Z] M , [M Ö Š È Z ¼ Å È Å È Å • È] M e] Z È † • Y , Ö ð Z - Å { Á 1 , Z Ì , | AE Ö e » Ö † Å { e § Å Z ' Ö e ð Y { d Ö AE ^ È { • Y Å e AE] ½ Y ∈ È

Ö Z Å Å Ö • Z] M Ö Å





Äv" • , ÖÄ" • ... | « ½ Zfì#MÖ]•ZË••Y,Ö•ZÄ ZM » ÖÄ{ÄY •
ÄYÄ ¼ n » [M ½ MZÖ e ½ ÄZ € E Z m Á Š - ¿ ÁÄ Z E Ä , ¾ EÄ e ÖZ z e] M « Ä ° ^ <
cZv" • ½ Y € Ä e ½ Z f ^ » • ½ Y € E Y Ê Ö ° Ä • Ä
½ Z f † Y Ö { • Ä » Ä . Z ~ » ° f / Z I E S { d y M Ö e Z i Z M • Ä { Ö Z Z] Ö Z Ä E Z] S » Ö »
Ä Z ' Ö e g V E Ä ^ E { • Y Ö Ö ° Ä • Ä ° Ö • Z d E M E Ö Z Ä Ö , » Š E Z ¼ Ä ¾ ì • Ä Y c Ö
- cZv" • • Y Ä Ä Y ½ Y €
ÄYÄ ¼ n » { Z] M | † Y d < { • { Ö • Z i] M e p Ä Ä Ä • | Ä Ä Á , Ö Z Z] » Y • , ¾
k € - [M Á - Z y c Z - { Y - { e y Ä Ä † R » » • { [M d E € E | » Ö , »
Ö { • Ä » Ö Ä • Z Z] M ° f † † » { Ö Z Ä Y €] , Ö Ä Z Y € Ä] Á 1 ... , ½ Y | ì † ,
| Ä " † Y - Z y Á [M ž] Z Ä » d E € E | » Á Ö • Y { , ì z] M Ö € † Y € † †
- cZv" • ½ Z » € - € Ä Ä Z] |
• Ä r E • Ä Ö Z Ä Y Ä { Z " f // † Y Ö { Z • f , Ö Y / † Z Ö Y / Ä S Ä // . E Z ½ Y | ì // † , •
¾ ¼ Ä Ö // Ö ° Ä • Ä ° Ö / Z b] E M E Ö Z Ä Ö , » Š E Z ¼ Ä Ä Ä ì » Ö Ä Z b] Ö M Z Z] Ä Ä Ä
• Y Ä Ä Y ½ Y € ¼ q | ì Ä < Ä Z '
Ê E Z Ä ¿ Š Ä Ä „ a % • Y , ¾ d E € E // » Ä d Ä E Ä Ä » É • { Z i] M » Ä E Z Ä E Ä / j Z E •
Äv" • , k € - , d ^ i Ç • Z ¼ < , É • • Ä Z Ö - Ê † | Ä Ä » Ä
cZv" • Ä Ö Z Ä < , ° f " Ä µ Z † Ä † Ä e Á [M ½ Y € E Ä Ä Z - Ö • Z
Ö Ä Y Ê Ä m Á Ö % Ä • Z E ì Ö P z i Ö M Z Ö Z Ä Y Á Ö Ä S | Ä Z E Z Ä » • Ä , Ö / Z i • € ,]
cZv" • ½ Y € Z Ä e » • ½ Y € E Y Ê Ö ° Ä • Ä c Ö Z Z i] M Ä Ö Ä ¼ Ä f ì ½ Z E S E Z
Ö Z Ä Y Z - Ä ½ Z f // † • Ä Y ° ½ Z f / † [M Ö • Z i] M Ö Ö / Ä Ä } • M Á 1 , ½ Y { € /
, ½ Ä • Ä " Ä Ö Z Ä ž] Z Ä Ä € Ä † Ä Ä Ä ì S E] Z Ö • Ä Y { € i] • Ä Y c Ö Z Ä i Ä » Ä Y Ä ¼ n
- cZv" • { € - € Ä < Ä Z ' Ö e ¿ Y { • Ä
d - € // < % • Y , ¾ ½ Z » Ö // Ö e % Ä Z » Ä ¿ Ö • Z i] M Ä P ° e / Ö † (Ö / M Ö e] Y Ä
½ Z » Ö Ö ° Ä • Ä Ä Ö Z E M { Ö Z Ä
c Ö Z - » Ä Y Ä E • Z i] M E Ä Ä E Ä E Ä E M » Z Ä { E Z] † • €] 1 , Ö ¼ E € -
Ä | ° Ö e ¿ Y { • Y Ä Ä Y ½ Ä Y € ¼ q Ö e Ä Ä • Ä Ä ° Ö Z Y E M E Ö Z Ä Ö , » Š E Z ¼ Ä
[M Ö † | Ä Ä »

Y cÓZ~» ÄÿÂ¼n» ÖÀì» k€- [M Á -Zy cZ-{|Y-|veey Äÿ†R» •{ [M dË€| »
½Zf//†Y ••Y,» Öy€] •{ Ö•Y Â%ö ,Öz•ÓZ]/Ö]¶M/†Áì]†¥,Ä{•Z•]ÖÖ]Z†Á•
Ö]ZË••Y - cZv•• , Ä•Z¼< , |,m ,Ö ì^— ž]ZÀ» Á Ö•
¼Á ¾ì•ÁYZÀÖZ†»¾ì¼ÆÄr“cÁÚZ%»Á ÄÿÂ¼n» 3 ÖZ[y,Ö{Ö•ZÄ]Mw½,ZÖËÖÁ•
Ö••ÁZ//œ- Šz] •{ Öš€½Z]M- {€ÄMÄZ]]¾ÆÆÄZ'œ¿Y{€ìz^e ŠÁZ- Á Ö•
Ö•Á€b»Y{ Á Ö••ÁZœ- ÄË€œÖ•ÁZÀ€ËÖ{Ö}•ÁZYZ,ÁZ{Æ•Zœš
- cZv•• , Á•ZÆZ¼Ö•Zì]M ÁZM
•Zœf¿Y ,ÆË•Äe ÖfyYÂÀ°Ë%Ö],ZÖË•ZSYÄYÖÄ€Y•M ÖnÀ³ , Y ,cZì] Zs
€Æ« , Y ,Ä¶MÄÄ Ö†|ÀÆÄ€Ä€' ÄÖ %Äì†^ zZœšZz/†•Zì]MZì]MÁ½Z»|¿Y
R» ÊËZÆ¿ ŠÁÁ„a %•Y,³ |À½¶ÄÆœp dÄZ~œÄ¿Y{“Ö••ÁZœ- †Ë{€a
Ë//œ°Á• Á É•Zì]M Ä°^//< •{ [M zËÖÄk uY “Ä^ÊZš“ Ê]ZË••Y
Ä¿ Öœ°Á• ÁfÖ•Zì]MÖzÄ Ö]ZË••Y ÖÀš ÊZy•Z³µZì]/†•Z{ÆZ¼nœ
]d<{ •{ -€vf» %Zb]M Z] ,d]Zi ®ì//†Ö- Ö¿Y•Z] cZv••½Z]M ÄZ¼M
Ä^†R» ŠËZ¼Á ¾ì¼f“Á cÓZ-Ä°ÄÿÄ¼nÖ{¼Y€Ë{YÖÖZÄ]M//ÖZÄ]YÖ]Z
Ä¶,Ö†,Ö]Ä¿ cZv•• ½Y€Æe •ÄË€Æ< dËZ¶• {Y€»
¼n» ½Á•Z] d/ÄZ-Ä Ä//Æe%ÄÉ/œÄ ÊZy€JÉZÄY,Ö/É†•Ä]Y ,ÖzV€ì» Y ,Ö/|
œ¿Y{ Á ÊÀš cZ-ì-ve È^†R» ÊËZÆ¿ ŠÁÁ½z%¿¿Y,³ Á¹|Ä³•ÄÿYìÄ•
Ö{Z<Ä¿ Äv•• ,k€d^i Ç•Z¼< ,É••ÁZœ- È
°Á• ÄÿÂ¼n» ½Zf†•Äv e½ Öf•Zì]MÖËË•Ä€•ZZÖÖš/†•€] ,Ö//†€Æ]€
•YÂÁY ½Y€¼œÄÆ^ËÄZÖœ°ÄY{ÄÖ•Zd]MËÖ]ZÄÖ,» ŠËZ¼Á ¾ì¼
ÖZÄì† {€° ,¼ÿ ÖÖZ]€} Ö{•Á Á¹,{Ö,}Z]M |¼u Ä¿¿Z¼//< ,
€f//†ZËË•ÄÖ ,ÖfšËÄÆ°Ë¾ì¼ÄNY€†ÓZ-Ä°Äÿ/Ä¼n¾ì¼ÿ¼ËÄ ,dËÖ/Ëœ°Äv eÄ•ÖY
]M Ö€†Y€†-ZÀbZ†•• •YÂÁY ½Y€œœÆìÈÈ•Öœ°œ¿ÄÖ•Zd]MËÖ]ZÄÖ
°zËZm cZÄZ†Äe Ö,» •ZÀì¼†¾ì¼» Ä†€•ÖZÖ•ZÄ]MÄ¼nì† {½Ä,Ö•ZÖ]ZÄšÖÖ
½Zf†{•Y cZ •Z~»k€[Ä]Ö••ÁZœ- Ö†|ÀÆ» ¾ì¼Äš cZ•Zœš•Äv¶RÖzì]M
c•Y•Á Äm%Ä}YÁ³ ½ZÀ¼Ê “XYZY†Y{ È••ZÄ]MœZ]Z]Ë••Y ÁÖ[Äì/¶€•Á ÊËY,Ö•
HI¿FLHQF\ LQ ,UDQ VMEW,XV^ISQRZDHPÉ••ÁZœ- È†|ÀÆ» Á ÊÀš c
RQ :DWHÁ ßVÀ«(ì|ÄFLHQFY ,/\$DHSQIM ¥EULD Ö//ËÖ€z-ÀÁZÖ•ZÁì]M ¼

ÄÖZì]M ÖZÁ
ÖZz]M ÖËZ
½MÖZ
YÖË
YÖË



-Zy cZ-ì-vedÄ/ÖÆ»Äÿ•Y» •{ [M dË€Ë|» Ö,» ŠËZ¼Á ¾ì•ÁY
k€- [M Á
ÄÿÂ¼hì† ÁÖÄÄ*•|À¤q ••Y,» •{ [M ¥€•»•ÖËM•ZÀÁZ ÖÁZì¼M, Ö
k€- [M Á -Zy cZ-ì-veÄÿ•R» •{ [M dË€Ë|» Ö,» ŠËZ
•{ ,Ö••ÁZÖ- Ö†|ÀÆ» Á ÖÀ§ cZ-ì-ve Ä†R»Y,ÖÄS Z½•Y,¾
_Zq d†{
Ö•ZÀìÆ] Á •Ä//Ö- -Zy Á [M Ö••ze [Zf-¾,ìÖ//ñz¿Á Ö••ÁZÖÖ
Äv• ,½ÄY€Æè „Y~£ Á Ö••ÁZÖ- cY
,[M ¥€Ä€Ä]•Á{ d<Z- ŠËY•M Á •Zì<,ÖfúÄ f°š°Áe •€ìjP,½ Dì†•Z
, d^i Ç•Z¼< ,É••ÁZ//Ö- Ê//†|ÀÆ» Á ÊÀ§ cZ-ì-ve Ê//^†
Äv• ,k€-
Ö•Zì]M °f^ì† €] {Z] cY€iY,Ö |m Zì††{Áw,€ÄZÖVZ,É,••€•Ö,»Z Ö•
dve Ö•%ì]M•Ö ZÄZa Ä†Äe Ö,» •ZÀì¼† ¾ì» Ä† •YÄ, //† Ä,ì
k€- Ö••ÁZÖ- Ö†|ÀÆ» ¾¼ÖÄ§ cZ-ì-ve §
••Y,» •{ [M ¥€•» ÖËY•Z- Á Ö•Zì]M,ÖZÀ°ÖY•Á€]..Är,É•Ä†Ä€V
¾¼¼ÆÖÖ°Á• Ä°Ö, Zì]M€ÖZÁ Ö,» ŠËZ¼Á ¾ì» Á{ cÓZ-» ÄÿÄ
•YÄÄY ½Y€¼q |ìÆ< ÄZ'
Á Ö•Zì]M ÄË€Ö€ž« .Ö•fZ §]MÖÖ†Ä••{ÄÖÁ YÖÀ§,Ö†•VZ« Á 1,
cZv• |,mÄZfZ¼« „½Y€ËY ÖÖ
ÖŠËZ¼ÁÁ{ cÓZ-» ÉZqÄÖVZÄV†{M€Y½Z//» |¿Y•,1Z//À°ì¿
k€- Á[MZy cZ-ì-ve€Æ†RÄM•dË€Ë|»
¾¼¼Æ¿ cÓZ-» ÄÿÄ¼n» Ö,-€» •YÁ{ ÖYZì]MÖ¼/WZ†•Á cY
½Z»€- €ÀÁZ] ¾ÄÆÄZ'Ö¿Y€ìz^e ŠÁZ- Á Ö•Zì
,½Zf†{•Y Á ÄÄÄ|ÜÖYì^,ìz†MZÖZÄ Ö••ÁZÖÄZÄ†Á¾èì†|ÀÆìuY
Ä»Z¿€] d¿ÁZ »ÄÖ•ŠÁZÖZÄZ†R» Á°Ö,ÉÁZÖZ¼hì†|ÀÆ» 1
½Y€Æe Ö••ÁZÖ- {ZÆm

HV 6HULH %RYHPEHU 5HFKHUFKHV Q
184- \$OL 0 + 3UDFWLHV RI ,UULJDWLRQGLDGLRQ IRU
UDWLRQ HI FLHQFLHV & %XOOHWLQ
KH GH QLWLRQ RI LUULJDWLRQ HI FLHQF) DV
185- \$6&(\$6& (DDQXDO RQ 6HOHFWLRQ RI ,UULJDWLRQ
UDOLD -RXUQDO RI \$UULJDWLRQ DQG \$VVRFLDWLRQ
SHYLHZ \$PHULFDQ 6RFLHW\ RI &LYLO (QJLQHUV 1HZ
186- %DUUHHWW 3XUFHOO DQG \$VVRFLDWHV 'HWHUPLQ
DFWLFHV -RKO :LOH\ DQG 6RQV 1HZ <RUN LUULJDWLRQ 5HSRUW
'HYHORSPHQW &RUSRUDWLRQ /DQG DQG :DWHU \$XVW
,UULJDWLRQ & 3ULQFLSOHV DQG - 6WUHONRIL 7 6 6ROR
187- %XUW & 3ULQFLSOHV DQG \$ - 6WUHONRIL 7 6 6ROR
V ,QF \$ +RZHOO 7 \$ DQG (LVHQKXDHU ' (,UULJDWLRQ
,UULJ DQG XQLRUPW\ 6RFX&LY DO RI ,UULJDWLRQ DQG 'UDLQ
188- %RV 0 * DQG 1XJWHUHQ - 2Q ,UULJDWLRQ (FL
DUP LUULJDWLRQ V\ VWHPV \$6\$ (QVWLWXWH IRU /DQG 5HFODPD
7KH 1HWKHUODQGV
RQ HI FLHQF) :DWHU 8VH (FLHQF) + OHUUH\ ' - -RKQVRQ
LVFXVVRQ 3DSHU & HQWHU IRU (FRORPLF SHUIRUPDQFH RI
,UULJDWLRQ DQG 'UDLQDJH 6\ VWHPV ±
Q V\ VWHP HYDOXDWLRQ \$ JXLGH IRU ,UULJDWLRQ E\ VSULQNOLQJ
HHULQJ 8WDK 6WDWH 8QLYHUVLW\ /RJDQ
6WDWLRQ 8QLYHUVLW\ RI & DOLIRUQLD %HUNHOH\ & D
& ULGGOH : ' ' 6WBO'HOJO * 6 OHWKRGLURDWHU
VHU IRU WKH IXWXUH /LQNLQJ LUULJDWLRQ
V\ VWHPV 6&6 +DQGERRN 1R
Q ,UDQ ,QWLO ZDWHU RQD JHPHOW LQVWLWXWH
HKJKDQLVDQEM † \$OLJGHK \$ DQG .HVKDYDU] \$
SDWWHUQ LQ WHUPV RI YROXPHWULF VXSSO\ RI ZDWHU
7KH FRQFHSW RI HI FLHQF) LQ ZDWHU &URS ZDWHU UHTXLUH
%DUNHU 5 1R DQG 0RQGHQ (GYO\ :DWHU
WXQLWLHV IRU LPSURYHPHQW :DOLQJIRUG 8YDOXDWLQJ :DWHU
6\ VWHPV &RORUDGR 6WDWH 8QLY
LRQ V\ VWHP HYDOXDWLRQ XQGHU DUPHUW
+DPE\ \$:DWHU 8VH (FLHQF) LQ \$JULFXOWXUH





SURMHFW %DUL &,+(\$0 2SWLRQV 0HGLWHUUDQHHQQ
SS
,&,' 6WDQGDUGV IRU WKH FDOFXODWLRQ RI LUULJ
,UULJDWLRQ \$VVRFLDWLRQ RI \$XVWUDOLD ,\$\$ 7
DGRSWHG E\ WKH ,UULJDWLRQ \$VVRFLDWLRQ RI \$XVW
RI \$XVWUDOLD
,VUDHOVHQ 2 : ,UULJDWLRQ 3ULQFLSOHV DQG 3U
S
,VUDHOVHQ 2 : +DQVHQ (9 DQG 6WULQJKDP (*
3UDFWLFHV +DUGFRYHU 3XEOLV\WKHWRQ :LOH\ 6RQ
-HQVHQ 0 ((YDOXDWLQJ LUULJDWLRQ HI¿FLHQF
(QJ ±
-HQVHQ 0 ((G 'HVLJQ DQG RSHUDWLRQ RI ID
ORQRJUDSK 1R \$6\$(6W -RVHSK 0, 86\$
.HOOHU - DQG .HOOHU \$ (IIHFWLYH LUULJDWL
&RQFHSW IRU \$OORFDWLQJ)UHVXUFDWHU 5HVRXUFHV '
3ROLF\ 6WXGLHV :LQURFN ,QWHUQDWLRQDO
0HUULDP - / DQG .HOOHU -)DUP LUULJDWL
PDQDJHPHQW 'HSDUWPHQW RI \$JULFXOWXUDO (QJLQH
8WDK 86\$
0XUUD\ 5XVW + 'UURJHUV 3 DQG +H\GDUL 1 :DV
DQG ZDWHU PDQDJHPHQW LQ WKH =D\DQGHK 5XG %DVL
,:0, &RORPER 6UL /DQND
6HFNOHU ' 0ROGHQ ' DQG 6DNWKLYDGLYHO 5
UHVXUFDWHU PDQDJHPHQW DQG 3ROLF\ ,Q .LMQH - :
SURGXFWLYLW\ LQ DJULFXOWXUH /LPLWV DQG RSSRUV
&RORPER DQG 6UL /DQND &\$%, ,:0, SS
6RKUDEL 7 DQG \$.HVKDYDU] 6XUIDFH LUULJDWL

G 6SDWL DQD DQD ULDWLRQV :RQ OG &RQJUHVV \$JULFXOWXUD
,WDO\
6RORPRQ . + ,UULJDWLRQ 6\VWHPV DQG :DWHU S
,UULJDWLRQ7HFKQRORJ\ ,UULJDWLRQ 1RWHV &\$,7 3XG
)UHVQR &DOLIRUQLD
86'\$)XUURZ LUULJDWLRQ 6RLO &RQVHUYDWLRQ
+DQGERRN &KDSWHU 6HFWLRQ ,UULJDWLRQ
PSRVVLELOLW\OR DQD ULDWLRQV LQJ 6QH \$ DQD ULDWLRQV RDQG)UHGHULNVHQ
DO ZDWHU PDQDJHPHQW LV HVYHOWLDQ IURP LPSURYLQJ
HOLPLQDWLRQ RI LUULJDWLRQV LQJ DQD ULDWLRQV
HI¿FLHQF\ LQ WKH FRXQWU\ DQG SURYLGLQJ
DQG ODQDJHPHQW OHDVXUHV LQ +DUPRQ\ ZLWK WKH
HQF\ DQG ZDWHU SURGXFWLYLW\ DW WKH QDWLRQDO
¿FLHQF\)RU WKLV SXUSR VH D\DLODEOH GDWD RQ
HPV DQG GLIIHUQHW LUULJDWLRQ QHWZRUN WUDGLWLRQDO
XOWV REWDLQHG IURP ¿HOG VFDOH VWXGLHV
G LUULJDWLRQ HYHQWV DFURVV ,UDQ IURP
LDWLRQ HI¿FLHQF\ (D UDQJHG EHWZHHQ
D LQ EDVLQ ERUGHU DQG IXUURZ
(YHQWKRJK (D LQ VSULQNOHU LUULJDWLRQ
PV DUH DQG UHVSHFWLYHO\
)\VWHP ZHUH DQG UHVSHFWLYHO\
WHPV ZHUH DQG LQ RUGHU 5HVXOWV
DQG ZHUH
LRQ HI¿FLHQF\ ZDV DQG
LDWLRQ HI¿FLQFH\ (S ZDV DQG
S KDV DQXOO\ LQFUHDVHG DERXW IURP
DWLRQ HI¿FLHQF\ RYHU WKHVH GHFDGHV DUH
DWHU DQG VRLO LVVXH LPSURYLQJ RI QHZ
QJV WR RSHUDWRUV DQG EHQH¿FLDUV
VHU ODQDJHPHQW ,UDQ

ÖZİJM ÖZÄ
Á Ö
Y€İİ
Zİ
A 162
½ Y€ËY • { ½ M Ö İ Z °
)





,UULJDWLRQ (I¿FLHQFLHV 7HPSRUDO DQ Iran

F Abbasi F Sohrab and N Abbasi

Abstract

'XH WR VSHFL¿F FOLPDWH FRQGLWLRQV LQ ,UDQ DQG WKH LU
ZDWHU IRU XVLQJ LQ DJULFXOWXUDO VHFWRU DJULFXOWXUD
ZDWHU SURGXFWLYLW\ \$VVHVPHQW RI ORZ LUULJDWLRQ
DSSURSULDWH VROXWLRQV WR LPSURYH LUULJDWLRQ HI¿FL
OHYHO FDQ EH DJUHDW KHOS IRU PRGL\LQJ LUULJDWLRQ HI
LUULJDWLRQ HI¿FLHQFLHV LQ GLIIHUHQW LUULJDWLRQ V\VWH
DQG PRGHUQ ZHUH DQDO\]HG \$QDO\VLV ZDV EDVHG RQ UHV
FDUULHG RXW LQ VRPH SURYLQFHV LQFOXGLQJ PHDVXUH
WR 7KH ¿QGLQJ VKRZH G WKDW WKH DSSOLFDWLRQ LU
DQG DQG WKH PHDQ RI (D ZDV 7KH DYHUDJH RI (D
LUULJDWLRQ V\VWH ZDV DQG UHVSHFWLYHO\
V\VWHPV IRU H[DPSOH ZKHHOPRYH DQG VROLG VHW V\VWH
\$YHUDJH RI (D LQ SUHVXUL]HG DQG VXUIDFH LUULJDWLRQ V
\$V ZHOO DV (DW LQ VSULQNOHU DQG GULS LUULJDWLRQ V\V
DOVR LQGLFDWHG WKDW (D RYHU WCUHH GHFDGHV
DQG UHVSHFWLYHO\ +RZHYHU QHWZRUN LUULJDW
LQ WKHVH GHFDGHV LQ RUGHU \$V D UHVXOW WRWDO LUUL
LQ WKHVH GHFDGHV UHVSHFWLYHO\ 7KLV PHDQV WKDW (S
WR \$Q LPSRUWDQW UHDVRQV RI LQFUHDVLQJ LQ LUULJ
LPSURYLQJ RI NQRZOHGJH RI XVHUV DQG EHQH¿FLDUV RQ Z
LUULJDWLRQ V\VWHPV DQG H[WQHVVWLRQ RI UHVHDFK ¿QGL
.H\ZRUGV ,UULJDWLRQ (I¿FLHQF\ ,UULJDWLRQ 6\VWHPV :DV

Ä • Z e Ä ¼ ^]
]M ÖZÄ ½ Z » | ¿ Y • Ä f Ä € a • { s É • • Ä Z Ö Ä Ä • Y • Ä c Y • Z Ö f ¿ Y d ^ i ¹ € §
† Ä » É • • Ä Z Ö - É ¼ , Y - • Y | » Ä c Z Y Ö - Y , - € »
† Ä »
Ä | Ä Ä - ² Ä Ä Z ¼ Ä ¹ Z ¿ ½ Y € E Y • { ½ M Ö ¿ Z ° » Ä ½ Z » | ¿ Y • Y € E Y
Ö † Z ^ Y • { Z ¿ Ä [Y € Ä † • Z Ä u € § , Ö †
° m € f »
“ , d ì ¼ Ä Y | ì W Z » € § ¹ Ä « € » Y • É , Y - Z » | Z Z Ä Z M € € € i Ä Ä Y Ä Y Ä • {
{ Ä ¼ Ä } ì É • Z] M Ö Z Ä Ä | ¿ • Ä M {
Ö Ä ´ • Y , [M Ä Ä ì Ä] ¥ € • » Z] - ^ e € » Ö Z Ä €) Z ¿
Ö , É • • Z f † Y € E Y
- Z q
M [M ½ Z » | ¿ Y • Ä d E € E | » { Ä m Ä » d ì “ Ä { • Ä M € } Ä Ö † • € |
Ö • Z] M ½ Z » | ¿ Y • | ì W Z » € § ¹ Ä « € » Y • É Z ^ • É Z Ä d E q n e Z Ö Ä • Y • † E • Z e S E Y € E Ä
k € - € < Z ¿ Y v »
É • • Ä Z Ö - É † | Ä Ä » Ä Ä Ä § c Z - ì - v e Ä
• Z Ö f ¿ Y x E • Z e
Ä v • c Z v • { Y | e
Ä z ^ ¿ f Y € e
Ö ì , ¿ Y Ä | ì ° q Ö Y • Y { É † • Z §
Ä ½ Z Y • Y • • • Y , » • { Ä - Ä { Ä }
¿ T M Z v . É e Z - ì - v e É Z Ä | ì W Z » € § ¹ Ä « € » Ä ¼ , - { Ä | u Ö Y • { Ä y Ä E € Ö ¿ Z E [Z f - • Ä “ Ä
Ä • Z] ¾ E Y Y ~ . Ä d , Y | ¿ { Ä m Ä Z Ä ¿ M q ì v e ½ Z ° » Y d † Y - | ¿ Y Ä “ Ä »
Ä Ö € i ¼ e Ö Y € //] ¹ Ö Ö Ä c Z // Ä Ä • / N E V Z / E Ä e M • Z - Ä Ä / Ä ¿ Z E Z / Z E ½ Z // Ä | ¿ Ä /
» E Ö Z Ä Ö Z E • Z Ö - Ö † | Ä Ä » Ä Ö Ä § c Z - ì - v e Ä ^ † Ä » , Z f // † Y • ¾ E Y Ö • { Z] M Ö • Z] M
Z Ä ì ¿ Z Ä • Ä • y • { Ä // < ¹ Z n ¿ Y ¼ m Z Ä Z ~ | » Y | E Y f ¿ Ä | Ä - • Ö • Z] M » ½ Z » | ¿ Y Y Ö » Z m Ö / Z Ö f
• d ì “ Ä , ¾ Ä | e | f z » É Z Z // ì M p M Ö Z Ä e | ¿ Ä • , ... Z Z // M ¾ E M Ö € | t ~ d / § e Z Z Ä // †
½ Y , ì } S E Y , § Y , É // “ É » Y € E Y V / Ö Z / Ä Ä » , | E Y e S Ä | E Y Y S Ä e ° Ä » ¶ , Y • Y Ä • Z -
Ä] Ö e Z Ä i s z E Ö Z Ä f ¿ Y Ä | E Ä Z e † , Ö Ä Z Ä M , É Z Ä / M E É Z Ä Ä € M | ¶ V Z / / ^ Ä Ä Ä
{ € - Ä • Ä € Ä ½ Y • Y {
Ä E • Ä € ¿
½ Z » | ¿ Y • Ä - { Y { ½ Z Ö ¿ | E Z f ¿
É • Y Ä { Y Ä E € Ö ¿
½ Z M € | ¿ e , f z » Ö Z Ä

Ö••ÁZOE- {ZÆm c•Y•Á -Zy Á [M d¿ÁZ » Ã

Ö†Z^ÿÃ•fÁ€€§€— Ö€n» 1

Ö†Z^ÿ •{Z¿ Á [Y€Æ† •ZÀu€§ Ã

ÃfÁ€a s€— ÖY€mY

Ö••ÁZOE- Ö†|ÀÆ» ÃfÁ€a§ scz-ì-ÖY€Ã^†Á

ÃfÁ€a s€— òì-f^»€ì£ ÄÄÈ,Á » Ã|

