الري الشريطي : Border Irrigation

يقسم الحقل الى شرائط طويله ومتوازيه عرضها ٢ - ٣٠ م بواسطة ترابيه dikes او تسمى ridges ويسمى كل شريط على حده . يتراوح طول الشريط من ١٠٠ - ٨٠٠ م حسب نوع التربه وطول الحقل والتصريف المتوفر . يجهز الماء من ساقيه تقع في اعلى الحقل باتجاه عمودي على الشريط . يجب ان يلغى الميل الجانبي (العرضي) تماما" لان ذلك يؤدي الى تراكم الماء في جانب واحد مما يؤثر على تناسق الري . للشريط ميل باتجاه الري سمي منتظم ومناسب يسمى (Irrigation slope) .

يجهز كل شريط بتصريف مناسب من الماء من بدايته العليا ويجري الماء على شكل طبقة رقيقة متجانسه بين جنبي الشريط .

يفضل ان يكون ميل الشريط اقل من ٠.٥٪ .

المميزات

١- سهوله وقلة تكاليف الانشاء ٢- امكانيه استعمال المكننه في عمليه الانتاج ٣- سهوله التشغيل .

المحددات

١- عدم صلاحية الطبوغرافيه لاجراء تسويه قليله الكلفه .

٢- عدم توفر التصريف الكافي لارواء شرائط بمساحه معقوله .

٣- صعوبه تحقيق ري بكفاءه عاليه لاعماقه اقل من 50 ملم .

الري الحوضي : Basin Irrigation

هو من اسهل طرق الري السطحي وتتضمن الطريقه تقسيم الحقل الى عدد من الاحواض او المساحات المستويه المربعه الشكل تقريبا محاطه بسداد او جسور متينه كافيه لحصر الماء داخل الحوض ومنع السيح السطحي. اذ ان الفرق بين الري الشريطي والري الحوضي هو الاشاره الى المساحات المحاطه كليا" بجسور او سداد تمنع السيح السطحي . يتراوح مساحه الحوض (الحوض) من ١م٢ (لري الخضراوات الكثيفه او اشجار الفاكهه) الى 7.5 هكتار لغرض انتاج محصول الرز وغيرها من محاصيل الحبوب . تتم عمليه الارواء بايصال الماء بتصريف عالي نسبيا الى الحوض لتغطيه كامل المساحه بزمن قصير ثم يقطع التصريف عند وصول الماء الكافي للارواء . تناسب طريقه الري الحوضي الترب ذات النفاذيه الواطئه وخاصه الترب الثقيلة . تطبق الطريقه على الاراضي المستويه المنبسطه التي لاتحتاج الى تعديل وتسويه مكلفه مما يمكن تطبيقها لاغراض غسل الترب واستصلاحها .

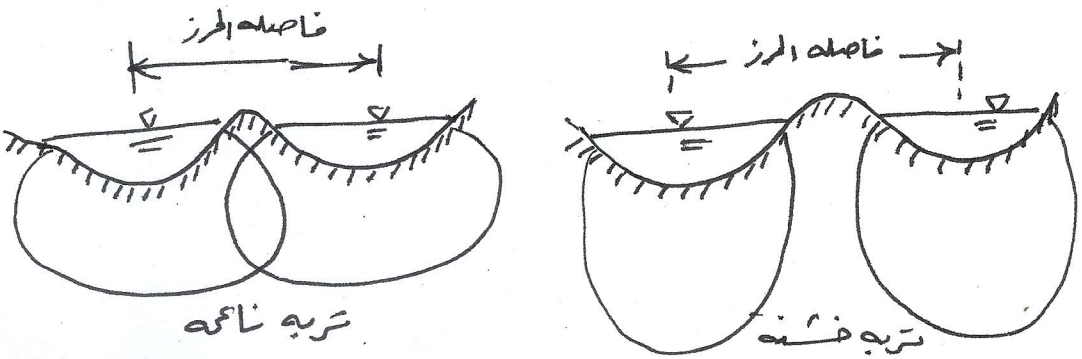
المميزات :

١- تعديل الارض بصوره دقيقه وبعكسه تكون كفاءه وتناسقه الري منخفضه
٢- كثره الجسور والسواقي التي تعيق استخدام المكننة .
٣- متطلبات الانشاء والحفاظ على الجسور والسداد من الامطار مكلفه مقارنه بالطرق الاخرى .

ري الخروز : Furrow Irrigation

الخرز : هو عباره عن ساقيه او قناة صغيره ذات ميل ثابت باتجاه الري (الجريان) وسيتم الخرز لجميع المحاصيل الخفيه (التي تزرع على خطوط) مثل القطن ، الذرة الصفراء والخضراوات وغيرها .

تتحدد المسافه (المسافه بين خرز وآخر) وتعتمد على نوع المحصول وخصائصه حركه الماء في الترب . ينبغي ان تكون المسافه المسافه بين خرز وآخر مناسبه لتأمين انتشار الماء على جانبي الخرز ووصوله الى المنطقة الجذريه . لاحظ حركه الماء وخواص البلل لترب مختلفه النسجه .



تحقق ابتلال التربه تحت الري بالخروز لمختلف فاصله الخرز

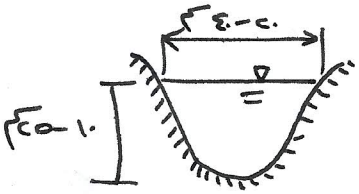
سبخة

عند الرسم يجب ان تقل فاصله الخرز كلما زادت خشونة التربه بسبب قلة الحركه الجانبيه للماء في التربه الخشنة لذا ينصح بأن تكون فاصله الري لا تزيد عن ٥٠ سم ولا تزيد عن ٧٥ سم في التربه المتوسطه الخشونه وتزيد عن ذلك في التربه الناعمه.

يختلف العمق في الري التقطيري والحوضي عن اضافه الماء بطريقه الخروز حيث تتم في الاولى تغطيه جميع مساحه الحقل بالماء. في حين يترك الماء في الثانيه داخل مقطع الخرز فقط ثم يتشبع الى داخل التربه من خلال المحيط المبلول للخرز. لذا فان نفاذ الماء الى الجوانب يتم بتأثير الخاصيه الشعريه بينما الى الاسفل بالخاصيه الشعريه والجاذبيه.

يعتمد المحيط المبلل على الشكل الهندسي للخرز، شكل مقطع الخرز ربما يكون مثلث، او نصف دائري او مقطع مكافئ او ناقصا.

عرض الخرز من ٦٠ — ٤٠ سم والعمق فيه ١٠-٢٥ سم.



يكون اقصى عمق للخرز في بدايته ويقل مع تقدم الماء باتجاه الميل.

يجب ان يكون ميل الخرز منتظم ويحقق سرعه جريان عند فيه للتعريه والحت في مقطع الخرز ويفضل ان لا يزيد الميل عن ٢٪ محاسن ري الخرز هي عدم حاجته الى مصاريف كبيرة وضائعات المساحه اقل حيث انه لا يحتاج الى سواقي كثيرة لتجهيز الماء ولا يحتاج سداد او مستوى ومع ذلك هناك محددات وعيوب

١- تراكم الاملاح عند قمم الخروز

٢- يحتاج مستوى عالي مما يتطلب تجميع المياه الناضحه والتخلص منها بشكل مناسب

٣- احتياج عالي للايدي العامله اللازمه للتشغيل والصيانه.

٤- يتعذر اعطاء دورات خفيفة لمحاصيل اقل من ٥ سم كعمق احتياجي خصوصا عندما تكون الجذور ضحلة ومعدلات السرب للماء عاليه.

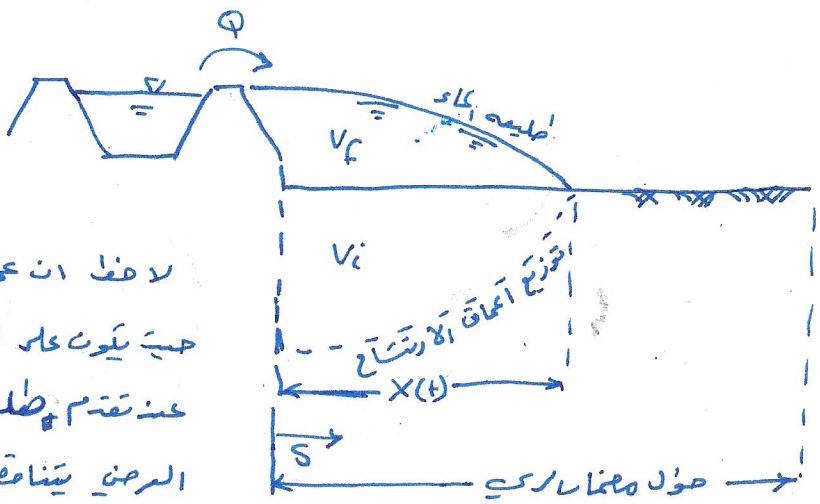
Water balance Concept in Surface Irrigation مفهوم الموازنه المائيه

من خلال استخدام بعض المفاهيم الرياضيه يمكننا كتابه معادله تقدم طليعه الماء Water front وتوزيع اعماق الارتشاح داخل التربه ومن ثم دراسه كفاءه وتناسقيه الري حيث ان هذه المفاهيم تساعد في تحسين وتطوير نظام الري السطحي حيث يتعرض لنا المصمم خيارات في مناخيص تصريف المياه الداخل ، طول مختار الري ، الميل ... الخ .
سيتم شرح نموذج مبسط قابل للتطبيق وشائع الاستخدام في نظام الري السطحي وهو حسب الموازنه المائيه الحجميه .

يمكن كتابه معادله الاتصال Continuity eq للحجم الكلي وكالآتي :

$$Q \cdot t = V_f + V_i \qquad \text{for } (t \leq t_x) \qquad ---(1)$$

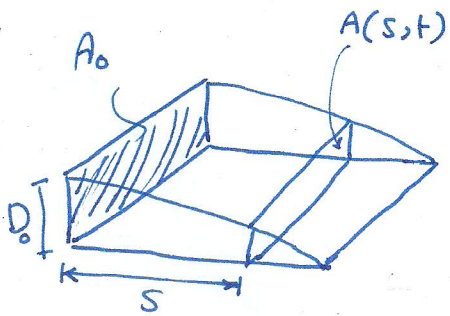
حيث Q : التصريف الداخل لمختار الري ، V_f : حجم الماء على سطح التربه عند زمن t
t : الزمن ، V_i : حجم ماء الارتشاح داخل التربه عند زمن t
t_x : الزمن اللازم لتقدم الماء لتكامل طول مختار الري



لاحظ ان عمق الماء السطحي يتغير مع المسافه حيث يكون على اقصاه عند بدايه مختار الري وهو عند تقدم طليعه الماء حيث ان مساحه المقطع المائي العرضي يتناقص مع المسافه تبعا لذلك :

يمكن حساب حجم الماء السطحي (V_f) من تكامل مساحه المقطع العرضي (المتغيره مع المسافه) على مدى مسافه التقدم X عند الزمن t على الوجه التالي :

$$V_f = \int_0^{X(t)} A(s,t)\, ds = \bar{A} X = 0.77 A_o X \qquad ---(2)$$



X : مسافه تقدم الطليعه
t_x : زمن تقدم (وصول) الماء الى المسافه X
$A(s,t)$: مساحه المقطع العرضي للجريان السطحي عند المسافه S والزمن t حيث $0 \leq t \leq t_x$
S : المسافه من مدخل مختار الري (اقل او يساوي X)
t : الزمن منذ بدايه الاروا
$\bar{A}$: معدل مساحه المقطع العرضي للجريان السطحي على طول المسافه X
A_o : مساحه المقطع العرضي للجريان السطحي عند مدخل المختار
0.77 : يمثل معامل الشكل السطحي Surface shape factor

يحسب حجم الارتشاح V_i الوارد في المعادله (1) وكالآتي

$$V_i = W \int_0^{X(t)} D(s, t_x - t_s)\, ds \quad \text{——— (3)}$$

D : دالة ارتشاح او التشرب

W : العرض لمقطع الري

بعد افتراض شكل هندسي معين لتوزيع الامحاقة (امحاقة الارتشاح داخل التربة) وكذلك امتداد مسافة التقدم وكالآتي :

$$V_i = F.W.D(o, t_x).x \quad \text{——— (4)}$$

F معامل الشكل هندسة السطحي (يعطى)

$D(o, t_x)$: عمق الارتشاح من مدخل مقطع الري عند الزمن t_x

لذا تصبح معادله (1) كالآتي

$$Q.t = 0.77A.x + W.F.D(o, t_x).x \quad \text{——— (5)}$$

من معادله (5) يمكن تخمين قيمه مسافه التقدم X عند الزمن t

وقد وجد من التجارب الحقليه ان العلاقة بين مسافه التقدم والزمن هي لوغارتميه غالبيه ولذا يمكن التعبير عنها بالدالة الأسيه

$$X = a\, t^b$$

a و b ثوابت وصفيه تقوم بنفسه الاساليب والطرق المذكوره في معادلة الارتشاح ($D = c t^m$) التي تم ذكرها آنفاً .

تطبيقات :

مثال (1) : اذا كان تقدم الماء لمسافه 50م في شريط استغرق c. دقيقة ، والمطلوب 50 م ثالث في شريط 50 م ثاني استغرق 20 دقيقة ، ماهو الزمن اللازم لتغطيه

Ex/ If water advanced for a distance of 50m takes 20 min, and for a second 50m takes 35 min. What is the time required for the third 50m of border length to be submerged with water.

الحل : كتابة دالة تقدم الماء

$$x = a t^b \Rightarrow 50 = a(20)^b \quad \log 50 = \log a + b \log 20$$

$$\text{and} \quad 100 = a(55)^b \quad \log 100 = \log a + b \log 55$$

(20+35)

$$a = 6.42 \;,\; b = 0.69$$

$$\therefore X_{(m)} = 6.42\, t_{(min)}^{0.69}$$

كذلك زمن تقدم الماء لمسافه 150 م

$$150 = 6.42\, t^{0.69} \Rightarrow t = 96 \text{ min}$$

∴ زمن تقدم ثالث 50 م = 96 − 55 = 41 دقيقة

مثال ③ تم اعطاء تصريف مقداره 3.9 لتر/ثا / وحدة عرض من الشريط . عمق الجريان في بداية الحقل المطلوب هو 8 سم ، دالة الارتشاح للتربة هي $D_{mm} = 4.8\, t_{min}^{0.5}$

احسب اقصى مسافة تصلها جبهة تقدم الماء بحيث يكون عمق الارتشاح في بداية الحقل هو 48 ملم ، افرض ان توزيع العمق الرأسي هو قطع مكافئ (parabola) $F = \frac{2}{3}$.

الحل : لتحقيق عمق ارتشاح مقداره 48 ملم عند مدخل الحقل لابد ان يكون زمن الارواء مساوي لزمن الارتشاح لعمق 48

$$t = (48/4.8)^2 = 100 \text{ min}$$

$$Q = 3.9 * 10^{-3} * 60 = 0.234 \text{ m}^3/\text{min}$$ تطبق المعادلة التالية

$$A_o = 0.08 m^2 * 1 m = 0.08 m^2 \quad \text{since } w = 1 m,\ F = 2/3$$

$$D(o, t_x) = 0.048 m$$

$$Q.t = 0.77\, A_o\, x + F \cdot D(o, t_x) \cdot x$$

$$0.234 * 100 = 0.77 (0.08) x + \frac{2}{3} (0.048) x$$

$$x = 250 m$$

صيغة المثال ③ باللغة الانكليزية :

Given the inflow stream of 3.9 lit/sec/unit width of border. The water depth at the begining of Irrigation run (بداية الحقل) is 8 cm, the infiltration function of soil is given : $D(mm) = 4.8\, t_{min}^{0.5}$. Find maximum distance that the water front (جبهة الماء) can reach so that the depth of infiltration at the begining of irrigation is 48 mm. Assume that $F = \frac{2}{3}$ (parabola).

Ex ③ If the rate of flow supplied to the irrigation run is 5.5 lit/sec/1m, and the depth of water at the begining of irrigation run is 5 cm. The distribution of infiltration depths is Ellipse ($F = \frac{\pi}{4}$). Estimate the contants (m, c) of the infiltration function ($D = c t^m$) (t_{min}, D_{mm}).

Sol-

$t_1 = 30 \text{ min}$ $X = 120 m$ دالة تقدم الماء

$t_2 = 80 \text{ min}$ $X = 240 m$

$$Q = 5.5 * 10^{-3} * 60 = 0.33 \text{ m}^3/\text{min}, \quad F = \frac{\pi}{4}, \quad A_o = \frac{5}{100} * 1 m = 0.05 m^2$$

$$D_o(o, t_x) = \frac{c}{1000} t_x^m \quad \text{(in meter)}$$

من معادلة الموازنة

$$Q \cdot t = 0.77 A_o X + W.F.\ D(o,tx).x$$

$$0.33(30) = 0.77(0.05)(\cancel{80}\ 120) + 1 * \frac{\pi}{4} * \frac{c}{1000}(30)^m * \cancel{80}\ 120 \quad \text{---} ①$$

$$0.33(80) = 0.77(0.05)(240) + 1 * \frac{\pi}{4} \frac{c}{1000}(80)^m * 240 \quad \text{---} ②$$

من المعادلتين ① ، ② نستطيع ايجاد ثوابت الارتشاح m ، c

$$\left.\begin{aligned} 56 &= c(30)^m \\ 91 &= c(80)^m \end{aligned}\right\} \Rightarrow \begin{aligned} m &= 0.495 \\ C &= 10.4 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow D = 10.4\ t^{0.495}$$

Ex④ If the depth of infiltration at the begining of irrigation run is 48 mm when the water front reach distance of 160 m of border length, and it become 72 mm when the water front reach 240 m distance.

Find the depth of infiltration at distance of 100 m from the begining of irrigation run when water front reach 300 m.

The infiltration function is given: $D = 6t^{0.5}$ (D mm, t min).

Sol.

زمن تقدم الماء لمسافة 160 م يساوي زمن ارتشاح مقداره 48 ملم

ويتم ايجاده من دالة الارتشاح

$$D = 6t^{0.5}$$

$$48 = 6t^{0.5} \Rightarrow t = 64 \text{ min}$$

وزمن تقدم الماء لمسافة 240 m يتم ايجاده كالآتي

$$72 = 6t^{0.5} \Rightarrow t = 144 \text{ min}$$

وبذلك يمكن ايجاد دالة تقدم الماء

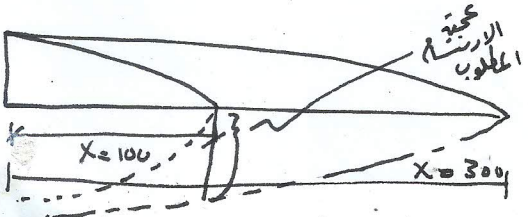
$$X = at^b$$

من المعادلتين

$$\left.\begin{aligned} 160 &= a(64)^b \\ 240 &= a(144)^b \end{aligned}\right\} \quad \begin{aligned} b &= 0.5 \\ a &= 20 \end{aligned}$$

$$\therefore X = 20t^{0.5}$$

ان زمن الارتشاح عند المسافة $X = 100m$ عند تقدم طليعة الماء لمسافة $X = 300m$ يمثل الفترة بين زمن تقدم المسافتين المذكورتين



$100 = 20\, t^{0.5} \Rightarrow t = 25$ min ← يتم طرح وقت تقدم طليعة الماء للمسافة $x=100$ وذلك لان الماء لم يصل بعد الى المسافة المطلوب حساب عمق الارتشاح بها

$300 = 20\, t^{0.5} \Rightarrow t = 225$ min

$225 - 25 = 200$ min

$D = 6(200)^{0.5} = 84.85$ mm

Ex: Irrigation run has a function of water front $x = 25\, t^{0.5}$ and constant rate of infiltration I mm/hr and the inflow rate equal to 4 lit/sec/1m, if you know the depth of water = 10.8 cm (at the begining of irrig. run) and the depth of infiltration = 48mm (at the begining of irrig. run) when the water reach the end of irrig. run

Find I ?

Sol.

$$Q \cdot t_x = 0.77 A_o x + w \int_0^{x(t)} D(s, t_x - t_s)\, ds$$

$S = 25\, t_s^{0.5}$, $ds = 12.5\, t_s^{-0.5}\, dt_s$

$A = 0.108\ m^2$, $w = 1$, $Q = \frac{4}{1000} * 60 = 0.24\ \frac{m^3}{min}$

$D = \int I\, dt = I \int_{t_s}^{t_x} dt = I(t_x - t_s)$

$$0.24\, t_x = 0.77(0.108)(25\, t_x^{0.5}) + 1 \int_0^{t_x} \left[I(t_x - t_s) * \frac{10^{-3}}{60} \right] * (12.5\, t_s^{-0.5}\, dt_s)$$

$$0.24\, t_x = 2.079\, t_x^{0.5} + \frac{I}{41800} \int_0^{t_x} (t_x\, t_s^{-0.5} - t_s^{0.5})\, dt_s$$

$$0.24\, t_x = 2.079\, t_x^{0.5} + I\, t_x^{1.5}/3600$$

$D = I(t_x - t_s)$ للتخلص من t_x نعوض

$D_o = I\, t_x$ (D_o عمق الارتشاح بداية الحقل عندما $t_s = 0$)

$t_x = \frac{D_o}{I} = 60 \frac{D_o}{I}$ (min) نعوض عن t_x بـ $\frac{48}{I}(60)$

$$0.24 * \frac{60*48}{I} = 2.079 * \left(\frac{60*48}{I}\right)^{0.5} + \frac{I}{3600} * \left(\frac{60*48}{I}\right)^{1.5}$$

$I = 20$ mm/hr

H.W Find the maximum distance that the water can reach if you know $X = 2.5t$, rate of flow = 12 lit/sec/1m depth of water at the begining of irrigation run = 8 cm, rate of infiltration $I = 11.32\ \frac{mm}{hr}$

$X = 208$ m ans.

Irrigation Interval (II) — فاصله الري و عمق الارواء
Water application depth

ادارة اعمال الري مبنية على رقمين اساسيين :

١- توقيت الري (تحديد دورة الري)

٢- تحديد المياه في كل دورة ري (Irrigation Cycle)

يقصد بعمق الارواء في كل ري على تحديد الماء المتاح في التربة (عمق المنطقة الجذرية) Root Zone .

وعمق الارواء يحسب من

$$dn = RZ * AW * AD$$

Rz : Root zone depth (mm) ← يؤخذ من الجداول حسب نوع النبات المزروع

dn : net depth of irrigation (mm)

AW : available waber (%) [AW = F.C - PWP] ← يؤخذ من الجداول حسب نوع التربة

AD : moisture depletion ratio in the root zone (%)

يوصى بأن يستنزف نسبة معينة من الرطوبة في المنطقة الجذرية لان استنزافها كاملا يؤدي الى تأثير سلبي على الانتاج ، وتتغير هذه النسبة حسب المحصول .

عمق المنطقة الجذرية لا يكون ثابتاً وانما يتغير ويزداد خلال موسم النمو ليصل الى حده الاقصى في مرحلة التزهير قبل مرحلة الاثمار (Fruiting stage) .

∴ فاصلة الري (II) : هي الفترة الزمنية بين كل ريتين متتاليتين وتقدر على ضوء عمق الارواء و معدل الاستهلاك المائي للمحصول (وقت الذروة) .

$$II = \frac{dn}{Cu}$$

II : Irrigation Interval (day)

Cu : consumptive use (mm/day)

dn : net depth of irrigation (mm)

Net Depth of Irrigation (dn) عمق الماء

is the depth of water applied and storied in the root zone and is the only water available for plant growth

هو عمق الماء الذي نضيفه ويخزن بالمنطقة الجذرية وهو الماء المتوفر لنمو النبات

$dn = Smd$ [full irrigation]

$dn < Smd$ [un complete irrigation]

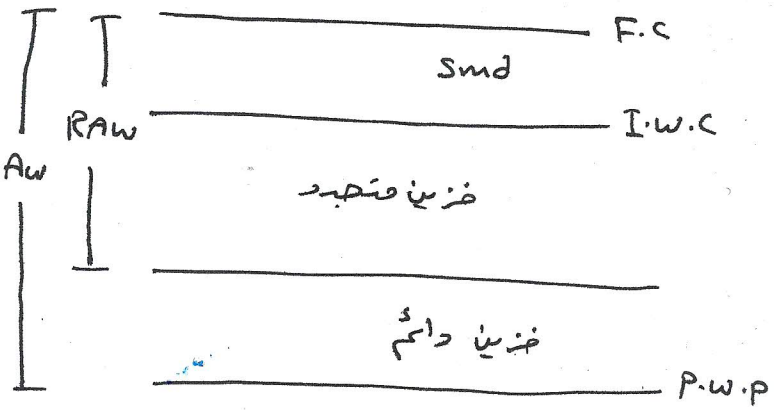
$dn = RAW = AW \times AD \times R.Z$

$Smd_{max} \leq RAW$

$II_{max} = \frac{RAW}{Cu}$

$II = \frac{dn}{Cu}$ ← العمق المتوفر بالمنطقة الجذرية

$= \frac{RAW - Smd}{Cu}$



$dg = dn + farm\ losses + L.R - Rain_{eff.}$

effective rainfall = 50 % Rainfall

Ex $Cu = 2.8$ mm/day, Determine the irrigation interval (II) and the depth of water to be applied when the soil moisture deficit is ① 25% ② 50% ③ 75% ④ 0% of the maximum depth of available water in R.Z. R.Z = 80mm, IE = 65 %

sol.

① $II = \frac{dn}{Cu} = \frac{(1-0.25)\,80}{2.8} = 21.4 \approx 21$ days

$IE = \frac{dn}{dg} \Rightarrow dg = \frac{(1-0.25)\,80}{0.65} = 92.3$ mm

soil moisture deficit	25 %	50 %	75 %	0 %
II (day)	21	14	7	28
dg (mm)	93	62	31	124

I.W.C = 26%

Ex For a project of F.C = 38%, PWP = 18%, R.Z = 90cm, AD = 50%, Cu = 4 mm/day, on 20th of January morning. At 25th of January, effective rainfall = 10mm. On 28th of January (evening), gross depth was applied in order to have full irrigation, 10% of net depth was run off. Find ① dg ② IE ③ Initial water content on 31th of January (evening) in mm.

sol. on 20th of Jan.

$$Smd = (0.38 - 0.26) * 90 * 10 = 108\ mm$$

(20 + 21 + 22 + 23 + 24) Jan.
(20 morning, 24 evening)

on 25th of Jan

$$smd = 108 + 4\ \frac{mm}{day} * 5\ day - 10 = 118\ mm$$

on 28th of Jan

(25 + 26 + 27 + 28) Jan.

$$Smd = 118 + 4\ \frac{mm}{day} * 4 = 134\ mm$$

$$\therefore dn = Smd = 134\ mm \quad [\text{(full irrigation) لأنه ذكر بالسؤال ري كامل}]$$

$$dg = 134 + \frac{10}{100} * 134 = 147.4\ mm$$

$$IE = \frac{dn}{dg} = \frac{134}{147.4} * 100 = 90.9\ \%$$

on 31th of Jan.

(29 + 30 + 31) Jan.

$$Smd = 4\ \frac{mm}{day} * 3 = 12\ mm$$

$$I.W.C = F.C - Smd$$

$$= (0.38 * 900) - 12 = 330mm$$

Ex/ Given a crop evapotranspration = 7 mm/day, R.Z = 90 cm F.C = 35%, PWP = 15%, initial soil water content = 28% (before irrigation) [all by vol.], AD = 40% by vol. Water is applied with gross depth = 69 mm, runoff losses = 25% of the applied depth, Find ① water content (by vol.) 6 days after irrigation ② IE

Sol/ smd (before irrigation) = F.C − I.W.C

$= (0.35 - 0.28) * 90 * 10 = 63$ mm

$d_g = d_n + \cancel{LR}^{0} + \text{Farm losses} - \cancel{\text{Rainfall}}^{0}$

$69 = d_n + \frac{25}{100} * 69 \Rightarrow d_n = 52$ mm

smd (after irrigation) = 63 − 52 = 11 mm

$IE = \frac{52}{69} * 100 = 75\%$ or $IE = 100 - \underbrace{25}_{\text{Losses}} = 75\%$

smd (after 6 days of irrigation) = 11 + 6 * 7 mm/day

= 53 mm

$\overset{6 \text{ days}}{=} \frac{53}{900} * 100 = 5.9\%$ by vol.

initial water content (after irrigation) = F.C − smd

= .35 − .059 = 29.1%

H.W

Given a plant of Cu = 10 mm/day, R.Z = 1 m, F.C = 38% PWP = 20%, initial water content before irrigation = 30%. AD = 50%. Gross depth applied = 75 mm water losses = 20% of applied depth. Find ① IE ② % of water content 10 days after irrigation ③ smd after 12 days after irrigation if effective rainfall = 10 mm.