جامعة حماه

كلية الهندسة الزراعية

السنة الرابعة الفصل الثاني

انتاج حيواني- اقتصاد زراعي

الطاقة المتجددة وتقاناتها

مقرر العملي

د. باسل عيشة د.خالد قاسم

م. لبنى عبيدو م. رشا محمد

القوانين في فصل الطاقة الشمسية

شدة الاشعاع الشمسي الفعلي : $I_0=I_{sc}[1+0,033 \cos 0,9856(n-2)]$

حيث ان : $I_{sc}=1367\ watt/m^2$

زاوية الانحراف الشمسي : $\delta=23,45 \sin[0,9856(n-81)]$

لحساب زاوية ارتفاع الشمس : $\sin \alpha= \cos\varphi \ .\cos \delta.\cos \omega+ \sin\varphi \ . \ Sin\ \delta$

ω هي زاوية الزمن وتحسب من العلاقة : $\omega=15\ Ts - 180$

T_sهو التوقيت الشمسي ويحسب من العلاقة : $T_s=t + e + 4\ (L - Ln)$

L_n هو خط طول المقابل للتوقيت المعتمد في المنطقة المحددة ، φخط العرض

e قيمة بالدقائق تعطى بالعلاقة التالية :

$e=9,87 \sin2B_s - 7,53 \cos B_s - 1,5 \sin B_s : B_s=0,9856(n-81)$

في الدول ذات التوقيتين الصيفي والشتوي تحذف ساعة من التوقيت الصيفي

n هي عدد الايام ابتداء من 1 كانون الثاني وحتى اليوم المطلوب في المسألة

زاوية زمن الشروق والغروب لسطح افقي : $\cos \omega_s = -tg\ \varphi \ . \ tg\ \delta$

اذا كان السطح يميل على الافق بزاوية β: $\cos \omega_s = -tg(\varphi \ -B) \ . \ tg\ \delta$

زاوية ورود الاشعة الشمسية على سطح افقي $O=90-\alpha$

في حال كان السطح متجه نحو الجنوب تماما ويميل على الافق بزاويةβ:

$$\cos \theta =\cos (\varphi \ - \beta) \ . \ \cos\delta.\cos\omega + \sin(\varphi \ - \beta) \sin\delta$$

المسألة الاولى :

احسب شدة الاشعاع الشمسي الفعلي الواصل ال مدينة سلمية الواقعة على خط طول ٣٧ شرق غرينتش وخط عرض 35 شمال خط الاستواء في يوم ٣١ اذا على اعتبار ان السنة كبيسة عند الساعة الثانية ظهرا مع تحديد زاوية ارتفاع الشمس وزاوية السمت وزاوية الورود وزاويتا الشروق والغروب علما ان السطح المستقبل للإشعاع الشمسي مواز للأفق

الحل :

$I_0=I_{sc}[1+0,033 \cos 0,9856(n-2)]$: $n=91$ $I_{sc}=1367\ watt/m^2$

$I_0=1368,79\ watt/m^2$

$e=9,87 \sin 2B_s - 7,53 \cos B_s - 1,5 \sin B_s$: $B_s= 0,9856(n-81)$

$e= -4,35$ min.

$T_S= t + e + 4(L-L_n)$: $L=37$, $L_n= 30$, $t=14$

$T_S= 14,395$

هنا نقسم e و $4 (L-L_n)$ على ٦0 واذا وجد اجزاء ل t نقسم الاجزاء على ٦0

$\omega=15\ T -180$ بالتعويض نجد $\omega = 35,925$

$\sin \omega=0,586$, $\cos \omega=0,809$, $\sin \varphi =0,573$, $\cos \varphi =0,819$

$\delta = 23,45 \sin [0,9856(n-81)]$

$\delta=4,013$,$\sin \delta=0,07$, $\cos \delta=0,9975$

$\sin \alpha=\cos \varphi \ . \cos\delta.\cos \omega+ \sin\varphi \ . \sin \delta \sin \alpha=0,7009$

$\alpha = 44,5$ $\cos \alpha =0,713$

$\theta=90 -\alpha$ $\theta=45,5$

$\cos \omega_S= -tg \ \varphi \ .tg \ \delta$ $\omega_S =60,6$

المسألة الثانية :

احسب شدة الاشعاع الشمسي الفعلي الواصل الى مدينة سلمية الواقعة على خط طول٣٧ شرق غرينتش وخط عرض ٣5 شمال خط الاستواء في يوم ١3 اب على الساعة الثالثة والنصف ظهرا مع تحديد زاوية ارتفاع الشمس وزاوية السمت وزاوية الورود وزاويتي الشروق والغروب علما ان السطح المستقبل للإشعاع الشمسي مواز للأفق

الحل :

$I_0=I_{sc}[1+0,033 \cos 0,9856(n-2)]$:n= 225 , I_{sc}=1367 watt/m^2

I_0=1332,34 watt/m^2

e=9,87 sin2Bs - 7,53 cos Bs -1,5 Sin Bs : Bs= 0,9856(n-81)

e= - 4,58 min

T_S= t + e + 4 (L - Ln) : L=37 ,L_n=30 , t=14,5

T_S=14,894 h

ω =15 T_S -180 بالتعويض نجد ω =43,41

Sin ω=0,687 , cos ω=0,726 , sinφ =0,573 , cos φ =0,819

δ=23,45 sin [0,9856(n-81)]

δ=14,46 , sin δ =0,25 , cos δ=0,968

Sin α= cos φ . Cos δ . Cos ω+ sin φ .sin δ sinα=0,719

α=45,97 cos α= 0,695

θ=90 - a θ=44,03

$\cos \omega_S = -\tg \varphi \ . \ \tg \delta \qquad \omega_S = 100,37$

المسألة الثالثة :

احسب شدة الاشعاع الشمسي الفعلي الواصل الى مدينة السلمية الواقعة على خط طول ٣٧ شرق غرينتش وخط عرض ٣٥ شمال خط الاستواء في يوم ٢٣ تموز الساعة الواحدة ظهرا مع تحديد زاوية ارتفاع الشمس وزاوية السمت بزاوية الورود وزاويتي الشروق والغروب علما ان السطح المستقبل للاشعاع الشمسي يميل عن الافق بزاوية مقدارها ٣٠

الحل :

$I_0 = I_{sc} [1+0,033 \cos 0,9856(n - 2)] : n=204 , I_{sc} = 1367 \ watt/m^2$

$I_0 = 1324,245 \ watt/m^2$

$e = 9,87 \sin 2B_S - 7,53 \cos B_S - 1,5 \sin Bs : B_S = 0,9856(n-81)$

$e = - 6,13 \ min$

$T_S = t + e + 4(L - L_n) : L=37 , Ln=30 , t=12$

$Ts = 12,365$

$\omega = 15 \ T - 180$ بالتعويض نجد $\omega = 5,475$

$\sin \omega = 0,095 , \cos \omega = 0,995 , \sin \ = 0,573 , \cos \delta = 0,939$

$\sin \alpha = \cos \ . \cos \delta . \cos \omega + \sin \ . \sin \delta \qquad \sin \alpha = 0,962$

$\alpha = 74,154 \qquad \cos \alpha = 0,273$

$\cos \theta = \cos(\varphi \ - \beta) . \cos \delta . \cos \omega + \sin(\varphi \ - \beta) \sin \delta : \beta = 30$

$\theta = 16,05$

$\cos \omega s = -\tg (\varphi \ - B) . \tg \delta \qquad \omega s = 91,834$

$$\text{Cos} = \frac{sin\alpha.\sin\varphi - \sin\delta}{cos\alpha.cos\varphi} = \frac{\sin(74.154).\sin(35) - \sin(20.05)}{\cos(74.154).\cos(20.05)} = ?$$

المسألة الرابعة :

احسب شدة الاشعاع الشمسي الفعلي الواصل الى مدينة بغداد الواقعة على خط طول ٤4 شرق غرينتش وخط عرض ٣3 شمال خط الاستواء في يوم ٧1 تشرين الاول الساعة الحادية عشرة صباحا مع تحديد زاوية ارتفاع الشمس وزاوية الورود وزاويتي الشروق والغروب علما ان السطح المستقبل للاشعاع الشمسي مواز للافق

الحل :

$I_0=I_{sc}[1 + 0{,}033 \cos 0{,}9856(n - 2)]$: $n=290$, $I_{sc}=1367$ watt/m^2

$I_0=1377{,}8$ watt/m^2

$e=9{,}87 \sin 2B_s - 7{,}53 \cos B_s - 1{,}5 \sin B_s$: $B_s =0{,}9856(n - 81)$

$e=15{,}201$ min

$Ts=t + e + 4(L - L_n)$: $L=44$, $L_n=45$, $t=11$

$T_s=11{,}186$

$\omega=15\ T_S - 180$ بالتعويض نجد $\omega=$ -12 , 21

Sin ω= - 0,211 , cos ω=0,977 , sin =0,545 , cos =0,839

$\delta=23{,}45 \sin [0{,}9856(n - 81)]$

$\delta=$ - 10,276 , sin δ = - 0,178 , cos δ=0,984

Sin α=cos .cos δ . Cos ω + sin . Sin δ sin α=0,71

α=45,23 cos α=0,704

θ=90 -α θ=44,77

Cos ωs= -tg . tg δ ωs=83,28

cos $\alpha_s = \frac{\sin\alpha.\sin\varphi - sin\delta}{\cos\alpha.\cos\varphi} \Rightarrow \alpha_s = 35.90$

مسائل الطاقة المتجددة

مسألة ١- احسب التوقيت الشمسي وزاوية الزمن لمدينة غرينتش في يوم الاعتدال الصيفي وذلك عند الساعة الثانية وخمس وعشرون دقيقة.

الحل: يوم الانقلاب الصيفي تكون زاوية الانحراف الشمسي $\delta = 23{,}45^{\circ}$ وبالتالي:

$$\delta = 23{,}45 \sin B_s = 23{,}45^{\circ} \Rightarrow B_s = 90^{\circ}$$

$$e = 9.87 \sin 2B_s - 7.53 \cos B_s - 1.5 \sin B_s = -1{,}5 \text{ min}$$

$$t_s = t + e \pm 4(l - l_n) = 14{:}25 - 1{,}5 = 14{:}23{,}5 = 14{,}392\ h$$

$$\omega = 15 \times 14{,}392 - 180 = 35{,}88^{\circ}$$

مسألة ٢- احسب التوقيت الشمسي وزاوية الزمن لمدينة دير الزور في يوم الانقلاب الصيفي وذلك عند الساعة الثنية وخمس وعشرون دقيقة. علما أن خط الطول الجغرافي لمدينة دير الزور هو $l = 40^{\circ}$.

الحل: يوم الانقلاب الصيفي تكون زاوية الانحراف الشمسي $\delta = 23{,}45^{\circ}$ وبالتالي:

$$\delta = 23{,}45 \sin B_s = 23{,}45^{\circ} \Rightarrow B_s = 90^{\circ}$$

$$e = 9.87 \sin 2B_s - 7.53 \cos B_s - 1.5 \sin B_s = -1{,}5 \text{ min}$$

$$t_s = t + e + 4(l - l_n) = 13{:}25 - 1{,}5 + 4(10) = 13{:}63{,}5 = 14{,}058\ h$$

$$\omega = 15t_s - 180 = 15 \times 14{,}058 - 180 = 30{,}87^{\circ}$$

مسألة ٣- في يوم الانقلاب الشتوي المطلوب حساب قيمة:

١- زاوية ارتفاع الشمس وزاوية الورود لسطح افقي موجود في منطقة خط عرضها الجغرافي $23{,}45^{\circ}$ – وذلك وقت الظهيرة الشمسي.
٢- زاوية ارتفاع الشمس وزاوية الورود لسطح افقي موجود في منطقة خط عرضها الجغرافي $23{,}45^{\circ}$ وذلك وقت الظهيرة الشمسي.

الحل: زاوية الانحراف الشمسي في يوم الانقلاب الشتوي تساوي $-23{,}45^{\circ}$

١- وقت الظهيرة الشمسي يوافق قيمة لزاوية الزمن تساوي الصفر وبالتالي:

$$\sin\alpha = \cos(\emptyset - \delta) = \cos[-23{,}45 - (-23{,}45)] = \cos 0 = 1 \Rightarrow \alpha = 90^{\circ}$$

$$\theta = 90 - \alpha = 90 - 90 = 0^{\circ}$$

٢- وقت الظهيرة الشمسي يوافق قيمة لزاوية الزمن تساوي الصفر وبالتالي:

$$\sin\alpha = \cos(\emptyset - \delta) = \cos[23{,}45 - (-23{,}45)] = \cos(46{,}9) = 0.6833$$
$$\Rightarrow \alpha = 43{,}1^{\circ}$$

$$\theta = 90 - \alpha = 90 - 43{,}1 = 46{,}9^{\circ}$$

مسألة ٤- في يوم الاعتدال الربيعي المطلوب حساب قيمة:

٣- زاوية ارتفاع الشمس وزاوية الورود لسطح افقي موجود في منطقة خط عرضها الجغرافي $23,45^{\circ}$ – وذلك وقت الظهيرة الشمسي.

زاوية ارتفاع الشمس وزاوية الورود لسطح افقي موجود في منطقة خط عرضها الجغرافي $23,45^{\circ}$ وذلك وقت الظهيرة الشمسي.

الحل: زاوية الانحراف الشمسي في يوم الاعتدال الربيعي تساوي الصفر

١- $\sin\alpha = \cos(\emptyset - \delta) = \cos(-23,45 - 0) = 0,9174 \Rightarrow \alpha = 66,55^{\circ}$

$\theta = 90 - \alpha = 90 - 66,55 = 23,45^{\circ}$

٢- $\sin\alpha = \cos(\emptyset - \delta) = \cos(23,45 - 0) = 0,9174 \Rightarrow \alpha = 66,55^{\circ}$

$\theta = 90 - \alpha = 90 - 66.55 = 23,45^{\circ}$

طاقة الرياح

الاستطاعة المتاحة من العنفة الريحية بدون وجود مقاومات تحسب بالعلاقة التالية:

$$P_a = \frac{1}{2}\rho.A.V_a^3 \quad [W]$$

حيث: ρ الكتلة النوعية للهواء (كثافة الهواء) [kg/m^3] وهي تقل مع زيادة الارتفاع عن سطح الأرض

V_a سرعة الهواء (الرياح) [m/s]

A المساحة التي تمسحها شفرات العنفة [m^2] وتعطى بدلالة طول الشفرة r [$A= \pi.r^2$]

ولكن من الناحية العملية فإن حركة الهواء تتعرض إلى مقاومة من قبل الشفرات، وبالتالي يؤدي هذا إلى تخفيض قيمة الاستطاعة الفعلية الناتجة عن دوران العنفة، ويعبر عن هذا التخفيض بعامل يسمى عامل الاستطاعة C_p (مردود الاستطاعة) ويعطى بالعلاقة التالية:

$$C_p = \frac{P}{P_a} \quad [\%]$$

حيث: P الاستطاعة الفعلية الناتجة عن العنفة الريحية [W]

P_a الاستطاعة المتاحة (النظرية) [W]

أقصى قيمة يمكن الحصول عليه لعامل الاستطاعة هي ($C_p = 0,593$). ومن هنا نجد أن الاستطاعة الفعلية الناتجة عن العنفة الريحية نعطى بالعلاقة التالية:

$$P = \frac{1}{2}C_p.\rho.A.V_a^3$$

مثال:١- تهب الرياح بسرعة ($V_a = 7$ m/s) على عنفة ريحية طول شفراتها ($r = 2$ m) المطلوب حساب:

١- الاستطاعة المتاحة (النظرية) لهذه العنفة إذا كانت الكتلة النوعية للهواء($\rho = 1,2\ \frac{kg}{m^3}$)
٢- الاستطاعة الأعظمية التي يمكن الحصول عليها من هذه العنفة
٣- الاستطاعة الفعلية لهذه العنفة إذا كانت قيمة عامل الاستطاعة ($C_p = 48\ \%$)

الحل:

$$\mathrm{A} = \pi . r^2 = \pi 2^2 = 12{,}5664 \ m^2$$

$$\boldsymbol{P_a} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2}} \rho . \mathrm{A} . V^3 = 0{,}5 \times 1{,}2 \times 12{,}5664 \times (7)^3 = 2586{,}165 \ \mathrm{W}$$

$$P_{max} = C_{p\,max} . P_a = 0{,}593 \times 2586{,}165 = 1533{,}596 \ W$$

$$P = C_p . P_a = 0{,}48 \times 2586{,}165 = 1241{,}36 \ \ W$$

مثال: ٢- تهب الرياح بسرعة (8 m/s) على عنفة طول شفرتها (5 m) والكتلة النوعية للهواء ($1{,}1\ kg/m^3$) المطلوب حساب:

١- الاستطاعة المتاحة لهذه العنفة
٢- طول الشفرة في حال كانت الاستطاعة المطلوبة فعليا عند القيمة الأعظمية لعامل الاستطاعة تساوي قيمة الاستطاعة المتاحة المحسوبة سابقا

الحل:

$$\mathrm{A} = \pi . r^2 = \pi (5)^2 = 78{,}54 \ m^2$$

$$P_a = \frac{1}{2} . \rho . A . V^3 = 0{,}5 \times 1{,}1 \times 78{,}54 (5)^3 = 22116{,}864 \ W$$

$$\mathrm{P} = P_a = \frac{1}{2} \rho . A . V^3 . C_p \Rightarrow A = \frac{2P_a}{C_p . \rho . V^3} = \frac{2 \times 22116{,}864}{0{,}593 \times 1{,}1 (5)^3} = 132{,}445 \ m^2$$

$$\mathrm{A} = \ \pi . r^2 \Rightarrow r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{132{,}445}{\pi}} = 6{,}5 \ m$$

هذا هو طول شفرات العنفة كي تنتج استطاعة فعلية تساوي (22116,864 W)

مسألة :

1- اوجد قيمة زاوية الانحراف الشمسي ليوم ٢2 اذار

2- اوجد قيمة زاوية الارتفاع الشمسي وزاوية الورود في وقت الظهيرة الشمسي لمدينة تقع على خط العرض الجغرافي φ=36°

٣- اوجد قيمة شدة الاشعاع الشمسي المباشر عند السقوط العمودي

4- اوجد قيمة شدة الاشعاع الشمسي المباشر الساقط على السطح الافقي

5- اوجد قيمة شدة الاشعاع الشمسي المبعثر

6- اوجد قيمة شدة الاشعاع الشمسي الكلي

الحل : 1- n=31 + 28 + 22 =81

$B_S = \frac{360\,(n-81)}{365.25} = 0°$

δ=23,45 sinBs=23,45 sin 0 =0°

٢- وقت الظهيرة الشمسي ω=0

Sin α=cos φ. Cos δ. Cos ω + sin φ. Sin δ=cos(φ-δ)⇒

α=90 - (φ- δ) =90 - (36 - 0)=54°

θ=90 - α=90 - 54=36°

٣- $E_{dir.n} = A \cdot e^{-B/\sin\alpha} = 1185 \cdot e^{-0,156/\sin 54} = 977,181\ w/m^2$

٤- $E_{dir.n} = E_{dir.n} \cdot \cos\theta = 977,181 \cdot \cos 36 = 790,556\ w/m^2$

5- $E_{dfu} = C \cdot E_{dir.n}\, F_{SS}$

$F_{SS} = 0,5(1 + \cos\beta) = 0,5(1 + \cos 0) = 1$

$E_{dfu} = 0,071 \times 977,181 \times 1 = 69,38\ w/m^2$

٦- $E_{tot} = E_{dir.n} + E_{dfu} = 790,556 + 69,38 = 859,936\ w/m^2$

الشهر	ك٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت١	ت٢	ك١
لا بعدي C	٠.٠٥٨	٠.٠٦	٠.٠٧١	٠.٠٩٧	٠.١٢١	٠.١٣٤	٠.١٣٦	٠.١٢٢	٠.٠٩٢	٠.٠٧٣	٠.٠٦٣	٠.٠٥٧
لا بعدي B	٠.١٤٢	٠.١٤٤	٠.١٥٦	٠.١٨	٠.١٩٦	٠.٢٠٥	٠.٢٠٧	٠.٢٠١	٠.١٧٧	٠.١٦	٠.١٤٩	٠.١٤٢
A	١٢٣٠	١٢١٥	١١٨٥	١١٣٦	١١٠٤	١٠٨٨	١٠٨٥	١١٠٧	١١٥٢	١١٩٣	١٢٢١	١٢٣٤

												w/m 2

مسألة :

احسب شدة الاشعاع الشمسي الكلي الساقط على سطح افقي في الساعة الثانية عشرة ظهرا بالتوقيت الصيفي وذلك في يوم ٢١ ايار ولموقع جغرافي حيث خط العرض ٣3 شمالا و خط الطول ٣6 شرقا

الحل :

$$n=31 + 28 + 31 + 30 + 21=141$$

$$Bs=\frac{360\ (n-81)}{365.25}=\frac{360\ (141-81)}{365.25}= 59.1376°\approx 59.14°$$

$$e=9,87 \sin 2Bs - 7,53 \cos Bs - 1,5 \sin Bs =$$

$$e=9,87 \sin 118,28 - 7,53 \cos 59,14 - 1,5 \sin 59,14=3,542 \text{ min}$$

$$Ts=t + e + 4(l-l_n)=11 + 3,542 + 4(36 - 30)=11 + \frac{27.542}{60}= 11.459$$

$$\omega = 15\ ts + 180=15 \times 11,459 - 180= -8,115°$$

$$\delta=23,45 \sin Bs =23,45 \sin 59,14=20,13°$$

$$\text{Sin } \alpha=\cos \varphi . \text{Cos } \delta \cos \omega + \sin \varphi . \text{Sin } \delta=$$

$$\text{Sin } \alpha=\cos 33 \cos 20,13 \cos(-8,115) + \sin 33 \sin 20,13=0,967$$

$$\Rightarrow a=75,24°$$

$$\theta=90 - \alpha =90 - 75,24=14,76°$$

$$E_{dir\ .n}=A\ .\ e^{-B/\sin \alpha} =1104\ e^{-0,196/\sin 75,24} =901,452\ w/m^2$$

$E_{din.n} = E_{din.n} \cdot \cos\theta = 901{,}452 \times \cos(14{,}76) = 871{,}17\ w/m^2$

$E_{dfn} = C\ E_{dir.n} \cdot F_{SS}$

$F_{SS} = 0{,}5(1 + \cos\beta) = 0{,}5(1 + \cos 0) = 1$

$E_{dfn} = 0{,}121 \times 901{,}452 = 109{,}076\ w/m^2$

$E_{tot} = E_{dfn} + E_{dfn} = 871{,}71 + 108{,}076 = 980{,}786\ w/m^2$

مسألة : احسب شدة الاشعاع الشمسي الكلي الساقط على سطح افقي في الساعة الواحدة ظهرا بالتوقيت الصيفي في يوم ٢3 والموقع الجغرفي خط العرض ٣3 شمالا وخط الطول٣7 شرقا

$L_n = 30$

$n = 31 + 28 + 31 + 30 + 23 = 235$

$B_S = \frac{360\ (n-81)}{365.25} = \frac{360\ (234-81)}{365.25} = 150.79 \approx 151.80$

$e = 9{,}87 \sin 2B_S - 7{,}53 \cos B_S - 1{,}5 \sin B_S$

$= 9{,}87 \sin(2 \times 151{,}80) - 7{,}53 \cos(151{,}80) - 1{,}5 \sin(151{,}80)$

$= -2{,}565\ min = -2{,}57\ min$

$T_S = t + e + 4(\ell = \ell_n) = 13 + (-2{,}57) + 4(37 - 30)$

$= 13 + \frac{25.45}{60}$

$= 13 + 0{,}423 = 12{,}428h$

$= 12{,}428$

$\omega = 15\ Ts - 180$

$= 15(12{,}423) - 180$

$= 6{,}345 = 6.42°$

δ=23,45 sin B_S =23,45 sin (150,80)=11,440

11,092

Sin α=cos φ . Cos δ . Cos ω+ sin φ. Sin δ

=Cos(33) .cos (11,440) .cos (6,345) + sin(33) . Sin (11,440)

=09922

Sin α=0,9249 $\Rightarrow$ a=67,22°

θ=90 - a$\Rightarrow\theta$ =90 - 67,518 =22,782°

I_{duis} =Ae $^{-B/\sin\alpha}$ =1107e $^{-0,201/\sin 67,518}$

=890,612 w/m

$I_{diuh}=I_{dmn}$. Cos θ=890,612 × cos (22,482) =822,925 w/m^2

$I_{dfu}=I_{din}$. F_{SS}= F_{SS} =0,5(1 + cosβ)=0,5(1+cos)

F_{SS}=0.5 (1+cos β)= 0.5 (1+ cos(0))= 1

I_{dfu}= 0.122 * 890.612 *1 = 108. 654 w/m^2

I_{tot} = E_{dn}+ F_{dfu}= 822.925 – 108.654= 929.31 w/m^2