# پیوست ب : پاسخ مسائل

## فصل اول

۱. الف) ۱، ب) $11\hat{a}_z + 19\hat{a}_\varphi + 7\hat{a}_r$، ج) $0/4774\hat{a}_z + 0/8246\hat{a}_\varphi + 0/3038\hat{a}_r$، د) $\hat{a}_n = \pm(0/3038\hat{a}_r + 0/8246\hat{a}_\varphi + 0/4774\hat{a}_z)$، $87/51^\circ$

۲. الف) $\alpha = 4$، $\beta = 2$، ب) $\alpha = \frac{2}{5}$، $\beta = -\frac{14}{5}$ و $\alpha = -2$، $\beta = 2$

۶. الف) عمود، ب) موازی، ج) نه عمود و نه موازی

۷. $\hat{a}_n = 0/5143\hat{a}_x - 0/1928\hat{a}_y + 0/8357\hat{a}_z$

۸. استوانه‌ای: $M\left(2\sqrt{2}, \frac{7\pi}{4}, 3\right)$، کروی: $M\left(\sqrt{17}, 0/2406\pi, \frac{7\pi}{4}\right)$

۹. مستطیلی: $M\left(\frac{5\sqrt{2}}{2}, \frac{5\sqrt{2}}{2}, 3\right)$، $N(-2\sqrt{2}, 2\sqrt{2}, 3)$،

کروی: $M(5/831, 59/036^\circ, 45^\circ)$، $N(5, 53/13^\circ, 135^\circ)$

۱۰. مستطیلی: $M(-2/5, -2/5, -3/5355)$، $N(-\sqrt{3}, 3, 2)$،

استوانه‌ای: $M\left(3/5355, \frac{5\pi}{4}, -3/5355\right)$، $N\left(3/4641, \frac{2\pi}{3}, 2\right)$

۱۱. استوانه‌ای: $A = 0/2320\hat{a}_r + 3/5981\hat{a}_\varphi - 5\hat{a}_z$،

کروی: $A = 3/6996\hat{a}_r + 3/3714\hat{a}_\theta + 3/5981\hat{a}_\varphi$

۱۲. مستطیلی: $B = -3/5980\hat{a}_x - 0/2320\hat{a}_y + \hat{a}_z$،

کروی: $B = -1/2005\hat{a}_r - 1/8865\hat{a}_\theta + 3\hat{a}_\varphi$

۱۳. مستطیلی: $C = 0/4142\hat{a}_x + 2/4142\hat{a}_y + 2/8284\hat{a}_z$،

استوانه‌ای: $C = 1/4142\hat{a}_r - 2\hat{a}_\varphi + 2/8284\hat{a}_z$

۱۴. الف) $-9/7785$، ب) $0/5193\hat{a}_z - 20/1005\hat{a}_\varphi - 6/7819\hat{a}_r$،

ج) $-28/5898\hat{a}_\varphi - 10/3020\hat{a}_\theta - 25/2309\hat{a}_r$، د) $73/346$

۱۵. الف) $\mathbf{A}=r\sin\theta[\sin 2\varphi(\sin\theta\,\hat{\mathbf{a}}_r+\cos\theta\,\hat{\mathbf{a}}_\theta)+\cos 2\varphi\,\hat{\mathbf{a}}_\varphi]$،

ب) $\mathbf{B}=\sin(\theta+\varphi)\,\hat{\mathbf{a}}_r+\cos(\theta+\varphi)\,\hat{\mathbf{a}}_\theta+\sin\varphi\,\hat{\mathbf{a}}_\varphi$

۱۶. الف) ۱۹/۰۳۹۴، ب) ۱/۱۲۹۲ ۲۲. $\frac{1}{2}$ ۲۳. ۱۵

۲۵. الف) $-3/5$، ب) $-9/5$ ۲۶. $-\frac{8}{3}$ ۲۷. $4\pi^2$

۲۹. الف) $\frac{1}{105}$، ب) $16\pi$، ج) $10\pi^2$

۳۰. الف) سیملوله‌ای و چرخشی، ب) غیرسیملوله‌ای و پایستار،

ج) غیرسیملوله‌ای و چرخشی، د) غیرسیملوله‌ای و چرخشی

۳۷. $x+2y+z=5$ ۳۸. $3\sqrt{2}$

## فصل دوم

۱. $10^3\left(-\frac{1}{3}\hat{\mathbf{a}}_x+\frac{8}{3}\hat{\mathbf{a}}_y-2\hat{\mathbf{a}}_z\right)$ V/m ۲. $Q_2=-12/7q$، $Q_3=2/5q$

۳. $Q_2=-7/259\,q$، $Q_3=1/857q$ ۴. الف) $\mathbf{E}=Nqz\Big/\left[4\pi\varepsilon_0(z^2+R^2)^{3/2}\right]\hat{\mathbf{a}}_z$

۵. $Q_3=-Q_2\Big/\left(1+\sqrt{\frac{Q_2}{Q_1}}\right)^2$، $\mathbf{r}_C=\left(\mathbf{r}_B+\sqrt{\frac{Q_2}{Q_1}}\,\mathbf{r}_A\right)\Big/\left(1+\sqrt{\frac{Q_2}{Q_1}}\right)$ که $\mathbf{r}_A$ و $\mathbf{r}_B$ بردارهای مکان برای نقاط A و B هستند.

۶. الف) $\mathbf{E}=-\frac{q\pi}{24\varepsilon_0 a^2}(\hat{\mathbf{a}}_x+\hat{\mathbf{a}}_y)$، ب) $\mathbf{E}=-\frac{q\pi}{48\varepsilon_0 a^2}(\hat{\mathbf{a}}_x+\hat{\mathbf{a}}_y)$

۷. الف) $\left(\hat{\mathbf{a}}_x+\hat{\mathbf{a}}_y-\frac{2z}{a}\hat{\mathbf{a}}_z\right)$ ج) $\mathbf{E}=-\frac{\sqrt{2}\rho_{L0}}{4\pi\varepsilon_0}\frac{a^2}{(a^2+2z^2)\sqrt{a^2+z^2}}$، $\mathbf{E}=-\frac{\sqrt{2}\rho_{L0}}{4\pi\varepsilon_0 a}(\hat{\mathbf{a}}_x+\hat{\mathbf{a}}_y)$

۸. الف) $\mathbf{E}=-\frac{\sqrt{2}\rho_{L0}}{2\pi\varepsilon_0 a}(\hat{\mathbf{a}}_x+\hat{\mathbf{a}}_y+\hat{\mathbf{a}}_z)$

۱۰. $\mathbf{E}=\frac{\rho_{L0}}{4\pi\varepsilon_0(z^2+a^2)^{3/2}}\left[-(z^2+2a^2)(\hat{\mathbf{a}}_x+\hat{\mathbf{a}}_y)+\left(\frac{2}{z}(z^2+a^2)(\sqrt{z^2+a^2}-a)+\frac{\pi az}{2}\right)\hat{\mathbf{a}}_z\right]$

۱۱. الف) $\mathbf{E}=\frac{\rho_{L0}}{2\varepsilon_0 d}\coth\left(\frac{\pi y}{d}\right)\hat{\mathbf{a}}_y$

۱۲. $\mathbf{E}=-\frac{\rho_{L0}}{8\pi\varepsilon_0 a}\left[\ln\left(\tan\left(\frac{\pi}{8}-\frac{\varphi}{4}\right)\tan\left(\frac{\pi}{8}+\frac{\varphi}{4}\right)\right)\hat{\mathbf{a}}_r+2\sqrt{2}\frac{\sin\frac{\varphi}{2}}{\cos\varphi}\hat{\mathbf{a}}_\varphi\right]$

۱۳. ب) i) $n=1$ و m فرد، ii) m زوج یا $n=0$، iii) $n\geq 2$ و m فرد

۱۵. $\mathbf{E}=\frac{\rho_{S0}}{4\varepsilon_0}\left(2|z|-\frac{2z^2+a^2}{\sqrt{z^2+a^2}}\right)\hat{\mathbf{a}}_x$

۱۶.

$$\mathbf{E}=\frac{-\rho_{s.}}{۲۴\pi\varepsilon_.}\left[\sin^۳\theta_.\sin^۲\varphi_.\,\hat{\mathbf{a}}_x+\sin^۳\theta_.\left(\varphi_.-\frac{۱}{۲}\sin ۲\varphi_.\right)\hat{\mathbf{a}}_y+۲(۱-\cos^۳\theta_.)(۱-\cos\varphi_.)\hat{\mathbf{a}}_z\right]$$

i) $\mathbf{E}=-\frac{\rho_{s.}}{۲۴\pi\varepsilon_.}\left(\hat{\mathbf{a}}_x+\frac{\pi}{۲}\hat{\mathbf{a}}_y+۲\hat{\mathbf{a}}_z\right)$ ii) $\mathbf{E}=-\frac{\rho_{s.}}{۱۲\varepsilon_.}\hat{\mathbf{a}}_y$ iii) $\mathbf{E}=\mathbf{o}$

۱۷. $\rho_{s_۱}=۲\varepsilon_.$ ، $\rho_{s_۲}=۹\varepsilon_.$ ، $\rho_{s_۳}=-۵\varepsilon_.$

۱۸. الف) $\mathbf{E}=\frac{z}{|z|}\left(\frac{۴\rho_.d}{\varepsilon_.\pi}\right)\sin^۲\left(\frac{\pi z}{۴d}\right)\hat{\mathbf{a}}_z$ برای $|z|\le d$ و $\mathbf{E}=\frac{z}{|z|}\left(\frac{۲\rho_.d}{\varepsilon_.\pi}\right)\hat{\mathbf{a}}_z$ برای $|z|\ge d$ ،

ب) $\mathbf{E}=\frac{\rho_.d_.}{۲\varepsilon_.}(۱-۲e^{-z/d_.})\hat{\mathbf{a}}_z$ برای $z\ge ۰$ و $\mathbf{E}=-\frac{\rho_.d_.}{۲\varepsilon_.}\hat{\mathbf{a}}_z$ برای $z\le ۰$ ،

ج) $\mathbf{E}=\frac{z}{|z|}\frac{\rho_.d_.}{\varepsilon_.}(۱-e^{-|z|/d_.})\hat{\mathbf{a}}_z$

۱۹. الف) $\mathbf{E}=\frac{z}{|z|}\frac{\rho_{s.}\sin\theta_.}{\varepsilon_.}\left[۱+\cos\theta_.\ln\left(\tan\frac{\theta_.}{۲}\right)\right]\hat{\mathbf{a}}_z$

۲۰. $$\mathbf{E}=-\frac{\rho_.}{۴\pi\varepsilon_.}\left[\left(b\ln(a^۲+b^۲)+۲a\tan^{-۱}\left(\frac{b}{a}\right)-۲b\ln b\right)\hat{\mathbf{a}}_x+\left(a\ln(a^۲+b^۲)+۲b\tan^{-۱}\left(\frac{a}{b}\right)-۲a\ln a\right)\hat{\mathbf{a}}_y\right]$$

برای $a=b$ ، $\mathbf{E}=-\frac{\rho_.a}{۴\pi\varepsilon_.}\left(\ln ۲+\frac{\pi}{۲}\right)(\hat{\mathbf{a}}_x+\hat{\mathbf{a}}_y)$

۲۱. $\mathbf{E}=-\frac{\rho_.}{\pi\varepsilon_.}(b-a)\sin\frac{\varphi_.}{۲}\left(\cos\frac{\varphi_.}{۲}\hat{\mathbf{a}}_x+\sin\frac{\varphi_.}{۲}\hat{\mathbf{a}}_y\right)$

۲۲. $\mathbf{E}=-\frac{\rho_.}{۸\pi\varepsilon_.}\left(\frac{۱}{a}-\frac{۱}{b}\right)\left[(\theta_.-\frac{۱}{۲}\sin ۲\theta_.)(\sin\varphi_.\hat{\mathbf{a}}_x+(۱-\cos\varphi_.)\hat{\mathbf{a}}_y)+\varphi_.\sin^۲\theta_.\hat{\mathbf{a}}_z\right]$

برای $\theta_.=\varphi_.=\frac{\pi}{۲}$ ، $\mathbf{E}=-\frac{\rho_.}{۱۶\varepsilon_.}\left(\frac{۱}{a}-\frac{۱}{b}\right)(\hat{\mathbf{a}}_x+\hat{\mathbf{a}}_y+\hat{\mathbf{a}}_z)$

۲۳. الف) $\mathbf{E}=\frac{\rho_.}{\varepsilon_.}\tan^{-۱}z\hat{\mathbf{a}}_z$ ، ب) $\mathbf{E}=\frac{\rho_.}{\varepsilon_.}\left(z-\frac{d^۲-z^۲}{۲d}\right)\hat{\mathbf{a}}_z$ برای $|z|\le d$ و $\mathbf{E}=\frac{z}{|z|}\frac{\rho_.d}{\varepsilon_.}\hat{\mathbf{a}}_z$ برای $|z|\ge d$

۲۵. الف) $\mathbf{E}=\left(\frac{\rho_.r_.^۲}{۲\varepsilon_.r}\right)\left(۱-e^{-r^۲/r_.^۲}\right)\hat{\mathbf{a}}_r$ ، ب) $\mathbf{E}=\frac{۲\rho_.a^۲}{\pi\varepsilon_.r}\hat{\mathbf{a}}_r$ برای $a<r<b$ ،

$\mathbf{E}=\frac{\rho_.a^۲}{\pi\varepsilon_.r}\left[۱-\cos\left(\frac{\pi r}{a}\right)\right]\hat{\mathbf{a}}_r$ برای $r<a$ و $\mathbf{E}=\frac{۱}{\pi\varepsilon_.r}(۲\rho_.a^۲+\pi b\rho_{s.})\hat{\mathbf{a}}_r$ برای $r>b$

۲۶. $\mathbf{E}=\frac{\rho_.a^۳}{۲\varepsilon_.r^۲}\left(۱-e^{-r^۲/a^۲}\right)\hat{\mathbf{a}}_r$

۲۷. $\mathbf{E}=-\frac{\rho_.}{\varepsilon_.}x\hat{\mathbf{a}}_x$

۲۸. $E=-\frac{\rho_{\circ}}{\varepsilon_{\circ}} r_c \hat{a}_{r_c}$ ۲۹. $E=-\frac{\rho_{\circ}}{۲\varepsilon_{\circ}} z \hat{a}_z$

۳۰. $E=-\frac{\rho_{\circ} a}{۲\varepsilon_{\circ}} \hat{a}_r$ برای $r<a$، $E=\frac{\rho_{\circ} a^{۳}}{۲\varepsilon_{\circ} r^{۲}} \hat{a}_r$ برای $a<r<۲a$، $E=\frac{\rho_{\circ}}{۲\varepsilon_{\circ}}\left(\frac{a^{۳}}{r^{۲}}+\frac{۴a^{۲}}{r}-r\right)\hat{a}_r$ برای $۲a<r<۳a$ و $E=\frac{\rho_{\circ}}{۲\varepsilon_{\circ}}\left(\frac{a^{۳}}{r^{۲}}-\frac{۵a^{۲}}{r}\right)\hat{a}_r$ برای $r>۳a$. در نقاط واقع روی دایره $r=۲/۱۱۵a$ در صفحه $z=۰$ میدان کل صفر است.

۳۱. بار مرکب از یک توزیع حجمی با چگالی $\rho_V=\frac{۸\varepsilon_{\circ}}{\pi}\frac{۱}{z^{۲}+۱}$ در ناحیه $|z|<۱$ و یک توزیع سطحی با چگالی $\rho_S=۴\varepsilon_{\circ}$ روی صفحه $z=۲$ است.

۳۲. الف) بار مرکب از یک توزیع حجمی با چگالی $\rho_V=\frac{\pi\varepsilon_{\circ}\sin(\pi r)}{r}$ در درون استوانه $r=۱$ و یک توزیع سطحی با چگالی $\rho_S=-\frac{۲}{۳}\varepsilon_{\circ}$ روی سطح استوانه $r=۳$ است،

ب) بار مرکب از یک توزیع حجمی با چگالی $\rho_V=۵\varepsilon_{\circ} r^{۲}$ در درون کره $r=۱$ و یک توزیع سطحی با چگالی $\rho_S=-\frac{۱}{۴}\varepsilon_{\circ}$ روی سطح کره $r=۲$ است.

۳۳. $V=\frac{a\rho_{S_{\circ}}}{۸\pi\varepsilon_{\circ}}\sin^{۲}\theta_{\circ}(۱-\cos\varphi_{\circ})$ ۳۴. $V_{AB}=۵۹/۵\ V$

۳۵. $V=\frac{\rho_{\circ} a^{۳}}{\varepsilon_{\circ} r}\left(۲-\frac{۵}{e}\right)$ برای $r\geq a$ و $V=\frac{\rho_{\circ} a^{۳}}{\varepsilon_{\circ} r}\left(۲-\frac{۲r}{ae}-\left(۲+\frac{r}{a}\right)e^{-r/a}\right)$ برای $r\leq a$

۳۶. $V=\frac{\rho_{\circ} a^{۴}\cos\theta}{۱۲\varepsilon_{\circ} r^{۲}}$، $d=a$

۳۷. برای مسئله ۲۳-الف، $V=\frac{\rho_{\circ}}{\varepsilon_{\circ}}\left[\frac{۱}{۲}\ln(z^{۲}+۱)-z\tan^{-۱}z\right]$ وقتی که مبنا $z=۰$ باشد.

برای مسئله ۲۳-ب، $V=\frac{\rho_{\circ} d}{۲\varepsilon_{\circ}}\left(\frac{۵d}{۳}-۲z\right)$ برای $z\geq d$، $V=\frac{\rho_{\circ} d}{۲\varepsilon_{\circ}}\left(\frac{d}{۳}+۲z\right)$ برای $z\leq -d$ و $V=\frac{\rho_{\circ} z}{۲\varepsilon_{\circ}}\left(d-z-\frac{z^{۲}}{۳d}\right)$ برای $-d\leq z\leq d$ وقتی که مبنا $z=۰$ باشد.

۳۹. خطوط میدان از تقاطع سطوح $x^{۲}-y^{۲}=\pm c_{\circ}^{۲}$ و $z=z_{\circ}$ و سطوح هم پتانسیل با روابط $y=\pm\frac{k_{\circ}}{x}$ مشخص می‌شوند.

۴۰. الف) $f(x)=\frac{۱}{۳}x^{۳}$، ب) $f(r,\varphi)=\frac{۱}{۲}r\cos\varphi$، ج) $f(r,\theta,\varphi)=\frac{۱}{۲r}\cos\theta\left(\varphi-\frac{۱}{۲}\sin۲\varphi\right)$

## فصل سوم

۱. الف) $۷/۸۵۴\ A$، ب) $۲۹۴۰\ W$

۲. ب) (i) $R=l/(\pi ab\sigma)$، (ii) $R=\left[\tan^{-۱}\left(\frac{l}{a}\right)+\frac{la}{l^{۲}+a^{۲}}\right]\frac{۱}{۲\pi a\sigma}$

۳. (i) $$R=\frac{l}{\pi(a\sigma_2-b\sigma_1)^2}\left\{(\sigma_2-\sigma_1)\left[\ln\left(\frac{a\sigma_2}{b\sigma_1}\right)+\frac{a-b}{b}\right]+\frac{\sigma_1(b-a)^2}{ab}\right\}$$

(ii) $$R=\frac{1}{2\pi a\sigma_1(1+a^2\alpha^2)}\left[\frac{a^3\alpha^3}{1+a^2\alpha^2}\ln\left(\frac{a^2(1+\alpha l)^2}{a^2+l^2}\right)+\frac{3a^2\alpha^2+1}{a^2\alpha^2+1}\tan^{-1}\left(\frac{l}{a}\right)+\frac{al(1-\alpha l)}{a^2+l^2}\right]$$

که در آن $\alpha=\dfrac{\sigma_2-\sigma_1}{\sigma_1 l}$

۴. $R=\dfrac{1}{\pi a\sigma}\ln\left(\dfrac{a+b}{a-b}\right)$ ۵. $R=\dfrac{\ln(b/a)}{2\pi a\sigma_0}$

۶. الف) $\mathbf{E}=\dfrac{1}{\sigma_0}\left(\hat{\mathbf{a}}_x-\dfrac{1}{2}\hat{\mathbf{a}}_y+3\hat{\mathbf{a}}_z\right)$، ب) $\rho_S=\dfrac{5\varepsilon_0}{\sigma_0}$، ج) $\mathbf{E}=\dfrac{3}{\sigma_0}\hat{\mathbf{a}}_z$ و $\rho_S=\dfrac{6\varepsilon_0}{\sigma_0}$

۷. الف) $\mathbf{E}=\dfrac{Q\hat{\mathbf{a}}_r}{2\pi[(\varepsilon_1+\varepsilon_2)-(\varepsilon_1-\varepsilon_2)\cos\theta_0]r^2}$ در تمام نقاط فضا، $\mathbf{D}=\varepsilon_1\mathbf{E}$ برای $0\le\theta<\theta_0$ و $\mathbf{D}=\varepsilon_2\mathbf{E}$ برای $\theta_0<\theta\le\pi$، ب) $\rho_{PS}=0$، ج) $\rho_P=0$

۸. الف) $\mathbf{E}=\dfrac{Q\hat{\mathbf{a}}_r}{[(\varepsilon_1-\varepsilon_2)\varphi_0(1-\cos\theta_0)+4\pi\varepsilon_2]r^2}$ در تمام نقاط فضا، ب) $\rho_{PS}=0$،

ج) $\rho_P=0$، $\mathbf{E}=\dfrac{2Q\hat{\mathbf{a}}_r}{\pi(\varepsilon_1+7\varepsilon_2)r^2}$ برای $\theta_0=\varphi_0=\dfrac{\pi}{2}$، در تمام نقاط فضا

۹. $\mathbf{E}=\dfrac{8Q\hat{\mathbf{a}}_r}{[(\varepsilon-\varepsilon_0)(\sqrt{3}-1)+32\varepsilon_0]\pi r^2}$ در تمام نقاط فضا

۱۰. $\mathbf{E}=\dfrac{Q\hat{\mathbf{a}}_r}{4\pi\left[\varepsilon_0+\sum_{i=1}^{n}(\varepsilon_i-\varepsilon_0)\sin^2\dfrac{\theta_i}{2}\right]r^2}$ در تمام نقاط فضا

۱۱. الف) $\mathbf{E}=\dfrac{\rho_{L_0}\hat{\mathbf{a}}_r}{[(\varepsilon-\varepsilon_0)(\varphi_2-\varphi_1)+2\pi\varepsilon_0]r}$ در تمام نقاط فضا، ب) $\rho_{PS}=0$ و $\rho_P=0$ همه جا

۱۲. الف) $\mathbf{E}=\dfrac{Q\hat{\mathbf{a}}_r}{2\pi(\varepsilon_1+\varepsilon_2)r^2}$ برای $0<r<a$، $\mathbf{E}=0$ برای $c<r<b$ و $\mathbf{E}=\dfrac{Q\hat{\mathbf{a}}_r}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$ برای $r>b$،

ب) $\rho_{PS}=\frac{(\varepsilon_1-\varepsilon_0)Q}{2\pi(\varepsilon_1+\varepsilon_2)a^2}$ روی $r=a$ و $0<\theta<\frac{\pi}{2}$، $\rho_{PS}=\frac{(\varepsilon_2-\varepsilon_0)Q}{2\pi(\varepsilon_1+\varepsilon_2)a^2}$ روی $r=a$ و

ج) $\rho_S=-\frac{\varepsilon_1 Q}{2\pi(\varepsilon_1+\varepsilon_2)a^2}$ روی $r=a$ و $0<\theta<\frac{\pi}{2}$، $\rho_S=-\frac{\varepsilon_2 Q}{2\pi(\varepsilon_1+\varepsilon_2)a^2}$، $\frac{\pi}{2}<\theta<\pi$،

روی $r=a$ و $\frac{\pi}{2}<\theta<\pi$، $\rho_S=\frac{Q}{4\pi b^2}$ روی $r=b$

۱۳. الف) $\mathbf{E}=\frac{\rho_{S0}}{\varepsilon_1+\varepsilon_2}\hat{a}_z$ برای $z>d_2$، $\mathbf{E}=0$ برای $d_1<z<d_2$، $\mathbf{E}=\frac{\rho_{S0}}{2\varepsilon_0}\hat{a}_z$ برای $0<z<d_1$،

$\mathbf{E}=-\frac{\rho_{S0}}{2\varepsilon_0}\hat{a}_z$ برای $-d_1<z<0$ و $z<-d_2$، $\mathbf{E}=-\frac{\rho_{S0}}{2\varepsilon_3}\hat{a}_z$ برای $-d_2<z<-d_1$،

ب) $\rho_S=-\frac{\rho_{S0}}{2}$ روی $z=d_1$، $\rho_S=\frac{\varepsilon_1\rho_{S0}}{\varepsilon_1+\varepsilon_2}$ روی $z=d_2$ و $y>0$، $\rho_S=\frac{\varepsilon_2\rho_{S0}}{\varepsilon_1+\varepsilon_2}$ روی $z=d_2$ و $y<0$،

ج) $\rho_{PS}=\frac{(\varepsilon_1-\varepsilon_0)\rho_{S0}}{\varepsilon_1+\varepsilon_2}$ روی $z=d_2$ و $y>0$، $\rho_{PS}=\frac{(\varepsilon_2-\varepsilon_0)\rho_{S0}}{\varepsilon_1+\varepsilon_2}$ روی $z=d_2$ و $y<0$

۱۴. $\rho_S=0$ روی $r=a$، $\rho_S=\frac{\varepsilon_1\hat{Q}_1}{b^2}$ روی $r=b$ و $0<\theta<\frac{\pi}{2}$، $\rho_S=\frac{\varepsilon_2\hat{Q}_1}{b^2}$ روی $r=b$ و $\frac{\pi}{2}<\theta\le\pi$،

$\rho_S=-\frac{\varepsilon_1\hat{Q}_1}{c^2}$ روی $r=c$ و $0\le\theta<\frac{\pi}{2}$، $\rho_S=-\frac{\varepsilon_2\hat{Q}_1}{c^2}$ روی $r=c$ و $\frac{\pi}{2}<\theta\le\pi$، $\rho_S=\frac{Q_1+Q_2}{4\pi d^2}$

روی $r=d$، که در آن $\hat{Q}_1=Q_1/[2\pi(\varepsilon_1+\varepsilon_2)]$ است.

۱۵. $C=3\pi\varepsilon_0/\ln\left(\frac{b}{a}\right)$ ۱۶. $C=\pi(4+\pi)\varepsilon_0 ab/(b-a)$

۱۷. $C=3\pi(4+\pi)\varepsilon_0 ab/2(b-a)$ ۱۸. $C=\pi a^2\varepsilon_0(2-e^{-1})/d$

۱۹. الف) $\mathbf{D}=\frac{2\rho_{S0}}{3}\hat{a}_z$ برای $z>0$ و $\mathbf{D}=-\frac{\rho_{S0}}{3}\hat{a}_z$ برای $z<0$، ب) $\rho_P=-\frac{2\rho_{S0}}{3d}\frac{e^{(d-z)/d}}{[2+e^{(d-z)/d}]^2}$،

ج) $\rho_{PS}=-\frac{4\rho_{S0}}{9}$ روی $z=d$

۲۰. الف) $C=2\pi\varepsilon_{ave}/\ln\left(\frac{b}{a}\right)$ که $\varepsilon_{ave}=\frac{\varepsilon_0}{z_0}\int_0^{z_0}f(z)\,dz$، ب) $C=\frac{2(2+\pi)\varepsilon_0}{\ln(b/a)}$

۲۱. الف) $\mathbf{D}=\frac{Q}{4\pi r^2}\hat{a}_r$ در تمام نقاط فضا، ب) $\varepsilon_i=\varepsilon_0\frac{b}{r}$، ج) $\rho_P=\frac{Q}{4\pi br^2}$ برای $a<r<b$

۲۲. الف) $\mathbf{D}=\frac{\rho_{L0}}{2\pi r}\hat{a}_r$ در تمام نقاط فضا، ب) $\mathbf{E}=\frac{\rho_{L0}}{2\pi\varepsilon_0(1+e^{-r})r}\hat{a}_r$ و $\rho_P=\frac{\rho_{L0}e^{-r}}{2\pi r(1+e^{-r})^2}$

۲۳. الف) $\mathbf{D}=\varepsilon_{\circ}E_{\circ}\hat{a}_x$ در تمام نقاط فضا، ب) $\mathbf{E}=E_{\circ}\hat{a}_x$ برای $|x|>a$ و

$$\mathbf{E}=\frac{E_{\circ}}{2+\sin\left(\frac{\pi x}{a}\right)}\hat{a}_x \text{ برای } -a<x<a \text{، } \mathbf{P}=\frac{\varepsilon_{\circ}E_{\circ}\left(1+\sin\left(\frac{\pi x}{a}\right)\right)}{2+\sin\left(\frac{\pi x}{a}\right)}\hat{a}_x \text{ در درون عایق،}$$

ج) $\rho_P=-\dfrac{\varepsilon_{\circ}\pi E_{\circ}\cos\left(\frac{\pi x}{a}\right)}{a\left[2+\sin\left(\frac{\pi x}{a}\right)\right]^2}$، $\rho_{PS}=\dfrac{\varepsilon_{\circ}E_{\circ}}{2}$ روی $x=a$ و $\rho_{PS}=-\dfrac{\varepsilon_{\circ}E_{\circ}}{2}$ روی $x=-a$

۲۴. الف) $\mathbf{D}=\varepsilon_{\circ}E_{\circ x}\hat{a}_x+\varepsilon_{\circ}\left[1+2\sin\left(\frac{\pi x}{a}\right)\right]E_{\circ y}\hat{a}_y$ برای $|x|<a$ و $\mathbf{D}=\varepsilon_{\circ}\mathbf{E}_a$ برای $|x|>a$،

ب) $\mathbf{E}=\left\{E_{\circ x}\Big/\left[2+\sin\left(\frac{\pi x}{a}\right)\right]\right\}\hat{a}_x+E_{\circ y}\hat{a}_y$ برای $|x|<a$ و $\mathbf{E}=\mathbf{E}_a$ برای $|x|>a$،

ج) $\rho_P$ و $\rho_{PS}$ عیناً نتایج بند (ج) در مسئله ۲۳ هستند که در آنها $E_{\circ}$ با $E_{\circ x}$ جایگزین شود.

۲۵. الف) $\mathbf{E}_a=\frac{7}{3}\hat{a}_x+\frac{4\sqrt{2}}{3}\hat{a}_y$، ب) $\varepsilon_r=\frac{7}{4}$

۲۶. الف) $V=\dfrac{\rho_{L_1}}{2\pi\varepsilon_1}\ln\left(\frac{b}{r}\right)$ برای $a<r<b$، $V=\dfrac{\rho_{L_2}}{2\pi\varepsilon_2}\ln\left(\frac{b}{r}\right)$ برای $b<r<c$،

$V=\dfrac{\rho_{L_1}}{2\pi\varepsilon_1}\ln\left(\frac{b}{a}\right)$ برای $r\le a$ و $V=\dfrac{\rho_{L_2}}{2\pi\varepsilon_2}\ln\left(\frac{b}{c}\right)$ برای $r\ge c$،

ب) $W_e=\dfrac{1}{4\pi}\left[\dfrac{\rho_{L_1}^2}{\varepsilon_1}\ln\left(\frac{b}{a}\right)+\dfrac{\rho_{L_2}^2}{\varepsilon_2}\ln\left(\frac{c}{b}\right)\right]$

۲۷. الف) $\mathbf{E}=\frac{7}{3}\hat{a}_x+\frac{19}{6}\hat{a}_y-\frac{14}{3}\hat{a}_z$، ب) $\rho_{PS}=\frac{1}{2}\varepsilon_{\circ}$

۲۸. الف) $\mathbf{E}_2=\frac{1}{2}\hat{a}_x+3\hat{a}_y$، ب) $\mathbf{E}_a=\frac{5}{4}\hat{a}_x+3\hat{a}_y$

۲۹. الف) $\mathbf{E}=\dfrac{\rho_{L_{\circ}}}{\pi\varepsilon_{\circ}(\varepsilon_r+1)r}\hat{a}_r$ برای $x<-d$، $\mathbf{E}=\dfrac{1}{2\pi\varepsilon_{\circ}}[\rho_{L_{\circ}}\mathbf{A}(x,y)+\rho'_{L_{\circ}}\mathbf{A}(x+2d,y)]$ برای

$x>-d$، که $\rho'_{L_{\circ}}=-\dfrac{(\varepsilon_r-1)}{\varepsilon_r+1}\rho_{L_{\circ}}$ و $\mathbf{A}(x,y)=\dfrac{x\hat{a}_x+y\hat{a}_y}{x^2+y^2}=\dfrac{\hat{a}_r}{r}$،

ب) $\rho_{PS}=-\dfrac{(\varepsilon_r-1)d\rho_{L_{\circ}}}{\pi(\varepsilon_r+1)(d^2+y^2)}$

۳۰. $W=\dfrac{3Q^2(a-b)}{20\varepsilon_{\circ}\pi ab}$ ۳۱. $W=\dfrac{Q^2}{140\pi\varepsilon_{\circ}a}$ ۳۲. $W=\dfrac{2\pi a^6(c-b)\rho_{\circ}^2}{9\varepsilon_{\circ}bc}$

۳۳. $W=\frac{۷q^۲}{۴\pi\varepsilon_۰a}$ ۳۴. $F=\frac{\pi\varepsilon_۰(\varepsilon-\varepsilon_۰)\ln\left(\frac{c}{a}\right)V_۰^۲}{\left[\varepsilon\ln\left(\frac{b}{c}\right)+\varepsilon_۰\ln\left(\frac{c}{a}\right)\right]\ln\left(\frac{b}{a}\right)}\hat{a}_z$ ۳۵. $F=-\frac{۴\pi\varepsilon_۰V_۰^۲\,b/a}{\left(\frac{b^۲}{a^۲}-۱\right)^۲}\hat{a}_r$

۳۶. $T_z=\frac{(\varepsilon-\varepsilon_۰)a^۲V_۰^۲}{۱۶d}$ ۳۷. $T_z=\frac{\varepsilon_۰(\varepsilon-\varepsilon_۰)\ln\left(\frac{c}{a}\right)V_۰^۲}{۲\ln\left(\frac{b}{a}\right)\left[\varepsilon\ln\left(\frac{b}{c}\right)+\varepsilon_۰\ln\left(\frac{c}{a}\right)\right]}$

## فصل چهارم

۱. الف) $V=(V_۰/b)y$ برای $۰\le y\le b$ و $-\infty<x<\infty$، ب) $\rho_S=\varepsilon_۰V_۰/b$ برای $x<۰$ و $x>a$ روی $y=b$ و $\rho_S=\varepsilon V_۰/b$ برای $۰<x<a$ روی $y=b$، ج) $\rho_{PS}=(\varepsilon_۰-\varepsilon)V_۰/b$ برای $۰<x<a$ و $y=b$

۲. د) $W_e=۲۰\varepsilon_۰V_۰^۲/۹b$ ۳. $V(x,y)=V_۰\cos\left(\frac{x}{a}\right)\frac{\sinh(y/a)}{\sinh(b/a)}$

۴. $V(x,y)=V_۰e^{-\left|\frac{x}{a}\right|}\frac{\sin(y/a)}{\sin(b/a)}$

۵. الف) $V(r)=\frac{V_۰}{A_۰}\left[(\varepsilon-\varepsilon_۰)\ln\left(\frac{c}{d}\right)-\varepsilon\ln\left(\frac{r}{b}\right)\right]$ برای $a\le r\le c$،

$V(r)=\frac{V_۰}{A_۰}\left[\varepsilon\ln\left(\frac{b}{d}\right)-\varepsilon_۰\ln\left(\frac{r}{d}\right)\right]$ برای $c\le r\le d$ و $V(r)=\frac{-V_۰}{A_۰}\varepsilon\ln\left(\frac{r}{b}\right)$ برای $d\le r\le b$، که

$A_۰=\varepsilon\ln\left(\frac{b}{a}\right)+(\varepsilon-\varepsilon_۰)\ln\left(\frac{c}{d}\right)$،

ب) $C=۲\pi\varepsilon_۰\varepsilon\Big/\left[\varepsilon\ln\left(\frac{b}{a}\right)+(\varepsilon-\varepsilon_۰)\ln\left(\frac{c}{d}\right)\right]$

۶. الف) $V=V_۰\ln\left(\frac{d}{b}\right)\Big/\left[\ln\left(\frac{a}{b}\right)+\ln\left(\frac{d}{c}\right)\right]$، ب) $C=۲\pi\varepsilon_۰/\ln\left(\frac{bc}{ad}\right)$

۷. الف) $V=V_۰\ln\left(\frac{r}{b}\right)\Big/\ln\left(\frac{a}{b}\right)$ برای همه نقاط واقع در $a\le r\le b$، ب) $C=۵\pi\varepsilon_۰/۲\ln\left(\frac{b}{a}\right)$

۸. الف) $V(\varphi)=A_۰\varphi$ برای $۰\le\varphi\le\frac{\pi}{۴}$، $V(\varphi)=\frac{\varepsilon_۰A_۰}{\varepsilon}\varphi+B_۰$ برای $\frac{\pi}{۴}\le\varphi\le\frac{\pi}{۲}$ و $V(\varphi)=A_۰\varphi-B_۰$

برای $\frac{۳\pi}{۴}\le\varphi\le\frac{\pi}{۲}$ که $A_۰=۴\varepsilon V_۰/\pi(\varepsilon_۰+۲\varepsilon)$ و $B_۰=(\varepsilon-\varepsilon_۰)V_۰/(۲\varepsilon+\varepsilon_۰)$، ب) $E=-\frac{\varepsilon_۰A_۰}{\varepsilon r}\hat{a}_\varphi$

۹. الف) $V=(\varepsilon+\varepsilon_۰)V_۰/(۲\varepsilon+\varepsilon_۰)$، ب) $E=-\frac{۴\varepsilon_۰V_۰}{\pi(۲\varepsilon+\varepsilon_۰)r}\hat{a}_\varphi$

۱۰. $V=V_۰\varphi/\varphi_۰$ در همه نقاط واقع در $۰\le\varphi\le\varphi_۰$، $W_e=\varepsilon V_۰^۲\ln\left(\frac{b}{a}\right)\Big/۲\varphi_۰$

۱۱. $V=V_{\circ}\varphi/\varphi_{\circ}$ در همه نقاط واقع در $0\le\varphi\le\varphi_{\circ}$، $W_e=\frac{\varepsilon_{\circ}V_{\circ}^{2}}{2\varphi_{\circ}}\left[\ln\left(\frac{b}{a}\right)+1-\frac{a}{b}\right]$

۱۲. $V(r,\varphi)=\sum_{\text{فرد}\,n}^{\infty}\left(\frac{4V_{\circ}}{n\pi}\right)\left(\frac{r}{a}\right)^{\frac{-n\pi}{\varphi_{\circ}}}\sin\left(\frac{n\pi\varphi}{\varphi_{\circ}}\right)$

۱۳. $V(r,\varphi)=\sum_{\text{فرد}\,n}^{\infty}\left(\frac{4V_{\circ}}{n\pi}\right)\frac{\left[(r/a)^{\frac{n\pi}{\varphi_{\circ}}}-(r/a)^{-\frac{n\pi}{\varphi_{\circ}}}\right]}{\left[(b/a)^{\frac{n\pi}{\varphi_{\circ}}}-(b/a)^{-\frac{n\pi}{\varphi_{\circ}}}\right]}\sin\left(\frac{n\pi\varphi}{\varphi_{\circ}}\right)$

۱۴. الف) $V(r,z)=\sum_{\text{فرد}\,n}^{\infty}\left(\frac{4V_{\circ}}{n\pi}\right)\frac{I_{\circ}\left(\frac{n\pi}{d}r\right)}{I_{\circ}\left(\frac{n\pi}{d}a\right)}\sin\left(\frac{n\pi}{d}z\right)$، ب) $W_e=8\varepsilon_{\circ}aV_{\circ}^{2}\sum_{\text{فرد}\,n}^{\infty}\frac{I_1\left(\frac{n\pi a}{d}\right)}{nI_{\circ}\left(\frac{n\pi a}{d}\right)}$

۱۶. الف) $V(r,\varphi)=-\frac{2\varepsilon_{\circ}E_{\circ}}{\varepsilon+\varepsilon_{\circ}}r\cos\varphi$ برای $r\le a$ و $V(r,\varphi)=-E_{\circ}\left[1-\frac{\varepsilon-\varepsilon_{\circ}}{\varepsilon+\varepsilon_{\circ}}\left(\frac{a}{r}\right)^{2}\right]r\cos\varphi$ برای $r\ge a$،

ب) $V(r,\varphi)=-\frac{2\varepsilon E_{\circ}}{\varepsilon+\varepsilon_{\circ}}r\cos\varphi$ برای $r\le a$ و $V(r,\varphi)=-E_{\circ}\left[1+\frac{\varepsilon-\varepsilon_{\circ}}{\varepsilon+\varepsilon_{\circ}}\left(\frac{a}{r}\right)^{2}\right]r\cos\varphi$ برای $r\ge a$

۱۷. الف) $R=3l/(2\pi\sigma_{\circ}a^{2})$، ب) $R=3\ln 2\,l/(2\pi\sigma_{\circ}a^{2})$

۱۸. $V(r,\theta)=\frac{V_{\circ}}{5}\left[3\left(\frac{r}{a}\right)\cos\theta+\frac{1}{4}\left(\frac{r}{a}\right)^{3}(3\cos\theta+5\cos 3\theta)\right]$ برای $r\le a$ و $0\le\theta\le\frac{\pi}{2}$ و

$V(r,\theta)=\frac{V_{\circ}}{5}\left[3\left(\frac{a}{r}\right)^{2}\cos\theta+\frac{1}{4}\left(\frac{a}{r}\right)^{4}(3\cos\theta+5\cos 3\theta)\right]$ برای $r\ge a$ و $0\le\theta\le\frac{\pi}{2}$

۲۰. ب) $V(r,\theta)=-\frac{3\varepsilon_r E_{\circ}}{2\varepsilon_r+1}r\cos\theta$ برای $r\le a$ و $V(r,\theta)=-E_{\circ}\left[1+\frac{\varepsilon_r-1}{2\varepsilon_r+1}\left(\frac{a}{r}\right)^{3}\right]r\cos\theta$ برای

ج) $V(r,\theta)=-E_{\circ}\left[1-\left(\frac{a}{r}\right)^{3}\right]r\cos\theta$ برای $r\ge a$،

۲۱. الف) $R=\frac{b-c}{4\pi bc\sigma_2}+\frac{c-a}{4\pi ac\sigma_1}$، $C=4\pi abc\frac{[\varepsilon_2\sigma_1^{2}a(b-c)+\varepsilon_1\sigma_2^{2}b(c-a)]}{[\sigma_1 a(b-c)+\sigma_2 b(c-a)]^{2}}$

۲۲. $V=\frac{\rho_{\circ}}{2\varepsilon_{\circ}}\tan^{-1}(x)$

۲۳. $V(r)=\frac{\rho_{\circ}}{3\varepsilon_{\circ}}\left\{\frac{\pi}{2\sqrt{3}}-\frac{1}{6}\ln\left[\frac{r^{2}-r+1}{(r+1)^{2}}\right]-\frac{1}{\sqrt{3}}\tan^{-1}\left(\frac{2r-1}{\sqrt{3}}\right)\right\}$

۲۴. برای $r<a$ $E=-\frac{P_{\circ}}{2\varepsilon_{\circ}}\hat{a}_y$ و برای $r>a$، $E=\frac{P_{\circ}}{2\varepsilon_{\circ}}\frac{a^{2}}{r^{2}}(\sin\varphi\,\hat{a}_r-\cos\varphi\,\hat{a}_\varphi)$، $\varepsilon_r=\frac{2k+1}{2k-1}$

۲۵. $E=-\frac{P_0}{3\varepsilon_0}\hat{a}_z$ برای $r<a$ و $E=\frac{P_0}{3\varepsilon_0}\frac{a^3}{r^3}(2\cos\theta\hat{a}_r+\sin\theta\,\hat{a}_\theta)$ برای $r>a$، $\varepsilon_r=\frac{3k+2}{3k-1}$

۲۶. الف) $E=4\rho_0 a^3 dz/[3\varepsilon_0(z^2-d^2)^2]\hat{a}_z$ برای $z>d+a$،

$E=(\rho_0/3\varepsilon_0)[z-d-a^3/(z+d)^2]\hat{a}_z$ برای $d-a<z<d+a$،

$E=-2\rho_0 a^3(z^2+d^2)/[3\varepsilon_0(z^2-d^2)^2]\hat{a}_z$ برای $0<z<d-a$،

ب) $V=\rho_0 a^2(3d-a)/(6\varepsilon_0 d)$

۲۷. $V(z)=\left(\frac{a\rho_{S0}}{\varepsilon_0}\right)\frac{\sqrt{z^2+a^2}-z}{z}$ برای $z\geq a$ و $V(z)=\left(\frac{a\rho_{S0}}{\varepsilon_0}\right)\frac{\sqrt{z^2+a^2}-a}{z}$ برای $0\leq z\leq a$

۲۸. الف) $E=\frac{\rho_{L0}}{\pi\varepsilon_0}\frac{y\hat{a}_x-x\hat{a}_y}{x^2-y^2}$، ب) $V(x,y)=\frac{\rho_{L0}}{2\pi\varepsilon_0}\ln\left(\frac{x+y}{|x-y|}\right)$

۲۹. $E=-(\rho_{S0}\sin\varphi_0/\varepsilon_0)\hat{a}_x$ برای $\varphi>\varphi_0$، $E=-(\rho_{S0}\cos\varphi_0/\varepsilon_0)\hat{a}_y$ برای $\varphi<\varphi_0$،

$V=(\rho_{S0}\sin\varphi_0/\varepsilon_0)x$ برای $\varphi>\varphi_0$ و $V=(\rho_{S0}\cos\varphi_0/\varepsilon_0)y$ برای $\varphi>\varphi_0$

۳۰. الف) چگالی خط بار تصویر: $\rho'_{L0}=-\rho_{L0}$، به فاصله $b=a^2/d$ از محور استوانه و موازی محور استوانه، ب) $C=\pi\varepsilon_0/\cosh^{-1}\left(\frac{d}{a}\right)$

۳۱. $W=3ad^2Q^2/[8\pi\varepsilon_0(d^2-a^2)(4d^2-a^2)]$

۳۲. که $V=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}-\frac{a}{d}\left(\frac{1}{R'_1}-\frac{1}{R'_2}\right)\right]$

$R_1=(r^2+d^2-2rd\cos\theta)^{1/2}$، $R_2=(r^2+d^2+2rd\cos\theta)^{1/2}$،

$R'_1=(r^2+b^2-2rb\cos\theta)^{1/2}$، $R'_2=(r^2+b^2+2rb\cos\theta)^{1/2}$ و $b=a^2/d$

۳۳. $V=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}-\frac{a}{d}\left(\frac{1}{R'_1}-\frac{1}{R'_2}\right)\right]$ برای نقاط بالای سطح هادی، که

$R_1=[(x-x_0)^2+(y-y_0)^2+(z-z_0)^2]^{1/2}$، $R_2=[(x-x_0)^2+(y-y_0)^2+(z+z_0)^2]^{1/2}$

$R'_1=[(x-\alpha x_0)^2+(y-\alpha y_0)^2+(z-\alpha z_0)^2]^{1/2}$،

$R'_2=[(x-\alpha x_0)^2+(y-\alpha y_0)^2+(z+\alpha z_0)^2]^{1/2}$، $\alpha=a^2/d^2$ و $d=(x_0^2+y_0^2+z_0^2)^{1/2}$

$V=0$ برای نقاط زیر سطح هادی

۳۴. $V=\frac{\rho_{L.}}{2\pi\varepsilon_.}\ln\left(\frac{r_2 r'_1}{r_1 r'_2}\right)$ برای نقاط بالای سطح هادی، که $r_1=[(x-x_.)^2+(y-y_.)^2]^{1/2}$،

$r_2=[(x-x_.)^2+(y+y_.)^2]^{1/2}$، $r'_1=[(x-\alpha x_.)^2+(y-\alpha y_.)^2]^{1/2}$،

$r'_2=[(x-\alpha x_.)^2+(y+\alpha y_.)^2]^{1/2}$، $\alpha=a^2/d^2$، $V=0$ برای نقاط زیر سطح هادی

۳۵. ب) $V(x,y)=V_.\left[\sin\left(\frac{\pi x}{a}\right)\frac{\sinh\left(\frac{\pi y}{a}\right)}{\sinh\left(\frac{\pi b}{a}\right)}+\sin\left(\frac{2\pi y}{b}\right)\frac{\sinh\left(\frac{2\pi x}{b}\right)}{\sinh\left(\frac{2\pi a}{b}\right)}\right]$

۳۶. $V(x,y)=\frac{2V_.}{\pi}\tan^{-1}\left[\tan\left(\frac{\pi y}{2b}\right)\tanh\left(\frac{\pi x}{2b}\right)\right]$

## فصل پنجم

۱. $B=\frac{\mu_. I}{4\pi a}(\hat{a}_x+\hat{a}_z)$ برای شکل ۵-۲۴-الف، $B=\frac{\mu_. I}{4\pi a}(\hat{a}_x+\hat{a}_y+2\hat{a}_z)$ برای شکل-۵-۲۴-ب

۲. $B=\frac{\mu_. I}{8a}(\hat{a}_x+\hat{a}_y+\hat{a}_z)$

۳. الف) $B=\frac{\mu_. I}{4\pi}\left[\frac{1}{a}\left(1+\frac{z}{\sqrt{z^2+a^2}}\right)\hat{a}_x+\frac{z\hat{a}_y+a\hat{a}_z}{z^2+a^2}\right]$،

ب) $B=\frac{\mu_. I}{4\pi}\frac{1}{\sqrt{z^2+a^2}}\left\{\left[\frac{z}{a}\left(\frac{2a^2}{2z^2+a^2}+1\right)+\frac{\sqrt{z^2+a^2}}{a}\right](\hat{a}_x+\hat{a}_y)+\frac{2a^2}{2z^2+a^2}\hat{a}_z\right\}$

۴. الف) $B=\frac{\mu_. I}{2\pi}\frac{y\sqrt{1+\alpha^2}+\alpha\sqrt{x^2+y^2}}{y^2-\alpha^2x^2}\hat{a}_z$،

ب) $B=\frac{\mu_. I}{4\pi}\frac{(x-a)+(y+b)+\sqrt{(x-a)^2+(y+b)^2}}{(x-a)(y+b)}\hat{a}_z$

۵. الف) $B=\frac{\mu_. I}{4\pi}\frac{1}{\sqrt{z^2+a^2}}\left[\left(\frac{\sqrt{z^2+a^2}-a}{z}+\frac{az}{z^2+a^2}\right)\left(\sin\alpha\,\hat{a}_x+(1-\cos\alpha)\hat{a}_y\right)+\frac{\alpha a^2}{z^2+a^2}\hat{a}_z\right]$،

ج) $B=\frac{\mu_. I}{2}\frac{a^2}{(z^2+a^2)^{3/2}}\hat{a}_z$

۶. $z=0$ و $y=5x-7$ ۱۰. $F=-\mu_. I_1 I_2\tan\frac{\alpha}{2}\hat{a}_x$ و $|\alpha|<\frac{\pi}{2}$ ۱۱. $F=-\frac{2\mu_. b}{\pi a}I_1 I_2\hat{a}_x$

۱۲. ب) $B=-\mu_.\left(\frac{1}{2}\hat{a}_x+\hat{a}_y\right)$ برای $z>2$، $B=-\mu_.\left(\frac{5}{2}\hat{a}_x+\hat{a}_y\right)$ برای $0<z<2$،

$B=\mu_.\left(\frac{1}{2}\hat{a}_x+\hat{a}_y\right)$ برای $z<0$

۱۳. $\mathbf{B}=\dfrac{\mu_{\circ} I}{۴a\varphi_{\circ}}[(\cos\varphi_{\circ}-۱)\hat{\mathbf{a}}_x+\sin\varphi_{\circ}\hat{\mathbf{a}}_y]$

۱۴. $\mathbf{B}=\dfrac{\mu_{\circ} I}{۴\pi\varphi_{\circ} z}\tan\dfrac{\theta_{\circ}}{۲}[(۱-\cos\varphi_{\circ})\hat{\mathbf{a}}_x-\sin\varphi_{\circ}\hat{\mathbf{a}}_y]$

۱۵. الف) $\mathbf{B}=\dfrac{\mu_{\circ} J_{S\circ} a}{۲\pi x}\left[\varphi_{\circ}+۲\tan^{-۱}\left(\tan\dfrac{\varphi_{\circ}}{۲}\dfrac{x+a}{x-a}\right)\right]\hat{\mathbf{a}}_y$ ب) $\mathbf{B}=-\dfrac{\mu_{\circ} J_{S\circ}\sin\varphi_{\circ}}{\pi}\hat{\mathbf{a}}_y$

۱۶. $\mathbf{B}=\dfrac{۱}{۲}\mu_{\circ} J_{\circ}\left[z\ln\left(\dfrac{b+\sqrt{z^{۲}+b^{۲}}}{a+\sqrt{z^{۲}+a^{۲}}}\right)-(z-c)\ln\left(\dfrac{b+\sqrt{(z-c)^{۲}+b^{۲}}}{a+\sqrt{(z-c)^{۲}+a^{۲}}}\right)\right]\hat{\mathbf{a}}_y$

۱۷. $\mathbf{B}=\dfrac{\mu_{\circ} I}{۴\pi c\varphi_{\circ}}[(\cos\varphi_{\circ}-۱)\hat{\mathbf{a}}_x+\sin\varphi_{\circ}\hat{\mathbf{a}}_y]\left\{\ln\left[\dfrac{\left(b+\sqrt{(z-c)^{۲}+b^{۲}}\right)\left(a+\sqrt{z^{۲}+a^{۲}}\right)}{\left(a+\sqrt{(z-c)^{۲}+a^{۲}}\right)\left(b+\sqrt{z^{۲}+b^{۲}}\right)}\right]\right\}$

۱۸. $\mathbf{B}=\dfrac{\mu_{\circ} I(\theta_{\circ}+\sin\theta_{\circ})}{۸\varphi_{\circ}\sin^{۲}\dfrac{\theta_{\circ}}{۲}}\dfrac{۱}{z}[(۱-\cos\varphi_{\circ})\hat{\mathbf{a}}_x+\sin\varphi_{\circ}\hat{\mathbf{a}}_y]$

۱۹. الف) $\mathbf{B}=-\left(\dfrac{۲}{\pi}\mu_{\circ} J_{\circ} a\right)\sin\left(\dfrac{\pi y}{۲a}\right)\hat{\mathbf{a}}_x$ برای $|y|\le a$ و $\mathbf{B}=-\dfrac{y}{|y|}\left(\dfrac{۲}{\pi}\mu_{\circ} J_{\circ} a\right)\hat{\mathbf{a}}_x$ برای $|y|\ge a$،

ب) $\mathbf{B}=۰$ برای $|y|\le a$ و $\mathbf{B}=\dfrac{y}{|y|}(\mu_{\circ} J_{\circ} a)\left(e^{-|y|/a}-e^{-۱}\right)\hat{\mathbf{a}}_x$ برای $|y|\ge a$

۲۰. الف) $\mathbf{B}=\mu_{\circ} J_{\circ} a\tan^{-۱}\left(\dfrac{x}{a}\right)\hat{\mathbf{a}}_y$، ب) $\mathbf{B}=\mu_{\circ} J_{\circ} a\sinh\left(\dfrac{x}{a}\right)\hat{\mathbf{a}}_y$ برای $|x|\le a$ و

$\mathbf{B}=\dfrac{x}{۲|x|}\mu_{\circ} J_{\circ} a\left(e-\dfrac{۱}{e}\right)\hat{\mathbf{a}}_y$ برای $|x|\ge a$

۲۱. $\mathbf{B}=\mu_{\circ} mn(b-a)I\hat{\mathbf{a}}_z$ برای $r\le a$، $\mathbf{B}=\mu_{\circ} mn(b-r)I\hat{\mathbf{a}}_z$ برای $a\le r\le b$ و $\mathbf{B}=\mathbf{o}$ برای $r\ge b$

۲۲. الف) $\mathbf{B}=\mu_{\circ} J_{\circ}\dfrac{a^{۲}}{r}\left[۱-\left(۱+\dfrac{r}{a}\right)e^{-r/a}\right]\hat{\mathbf{a}}_\varphi$ برای $r\le a$، $\mathbf{B}=\mu_{\circ} J_{\circ}\dfrac{a^{۲}}{r}\left(۱-\dfrac{۲}{e}\right)\hat{\mathbf{a}}_\varphi$ برای $r\ge a$،

ب) $\mathbf{B}=\mu_{\circ} J_{\circ} a\left(e^{-r/a}-\dfrac{۱}{e}\right)\hat{\mathbf{a}}_z$ برای $r\le a$، $\mathbf{B}=\mathbf{o}$ برای $r\ge a$، ج) $\mathbf{B}=\dfrac{\mu_{\circ} J_{\circ} a}{n-۱}\hat{\mathbf{a}}_z$ برای $r\le a$،

$\mathbf{B}=\dfrac{\mu_{\circ} J_{\circ} a}{n-۱}\left(\dfrac{a}{r}\right)^{n-۱}\hat{\mathbf{a}}_z$ برای $r\ge a$

۲۴. $\mathbf{B}=(\mu_{\circ} I/۲\pi r_c)\hat{\mathbf{a}}_\varphi$ درون کره و $\mathbf{B}=\mathbf{o}$ در بیرون کره

۲۵. $\mathbf{B}=(\mu_{\circ} I/۲\pi r_c)\hat{\mathbf{a}}_\varphi$ بـرای $\theta_۲\le\theta\le\pi$، $\mathbf{B}=\dfrac{\mu_{\circ} I}{۲\pi r_c}\dfrac{\cos\theta_۱-\cos\theta}{\cos\theta_۱-\cos\theta_۲}\hat{\mathbf{a}}_\varphi$ بـرای $\theta_۱\le\theta\le\theta_۲$،

$\mathbf{B}=\mathbf{o}$ برای $۰\le\theta\le\theta_۱$

۲۶. الف) $\mathbf{B}=\frac{۱}{۲}\mu_۰ J_S \hat{\mathbf{a}}_z$ بالای سطح جریان، $\mathbf{B}=-\frac{۱}{۲}\mu_۰ J_S \hat{\mathbf{a}}_z$ زیر سطح جریان،

ب) همانند پاسخ بند (الف)

۲۷. الف) $\mathbf{B}=-\frac{\mu_۰}{۲\pi}(۲\pi-\alpha)J_S \hat{\mathbf{a}}_z$ برای $۰<\varphi<\alpha$ و $\mathbf{B}=\frac{\mu_۰}{۲\pi}\alpha J_S \hat{\mathbf{a}}_z$ برای $\alpha<\varphi<۲\pi$

۲۹. $\mathbf{B}=\frac{۱}{۲}\mu_۰ J_۰ c\hat{\mathbf{a}}_y$

۳۰. جریان شامل سه توزیع سطحی $\mathbf{J_S}=۴\hat{\mathbf{a}}_z$ روی $x=۲$، $\mathbf{J_S}=-۲\hat{\mathbf{a}}_z$ روی $x=۱$ و $\mathbf{J_S}=۲\hat{\mathbf{a}}_z$ روی $x=-۱$ و یک توزیع حجمی $\mathbf{J}=\frac{\pi}{۲}\cos\left(\frac{\pi x}{۲}\right)\hat{\mathbf{a}}_z$ در ناحیه $-۱<x<۱$ است.

۳۱. الف) جریان شامل دو توزیع سطحی $\mathbf{J_{S_۱}}=۳\hat{\mathbf{a}}_\varphi$ روی $r=۲$ و $\mathbf{J_{S_۲}}=\frac{۲}{۳}\hat{\mathbf{a}}_z$ روی $r=۳$ است.

ب) $\mathbf{J_S}=\frac{۲}{\sqrt{۳}}\frac{۱}{r}\hat{\mathbf{a}}_r$ روی $\theta=\frac{\pi}{۳}$ و $\mathbf{J_S}=-\frac{۲}{\sqrt{۳}}\frac{۱}{r}\hat{\mathbf{a}}_r$ روی $\theta=\frac{۲\pi}{۳}$

۳۲. الف) $\mathbf{B}=\frac{\mu_۰\rho_۰\omega}{۱۵z^۳}\left[(۱۲z^۴+۲a^۴-a^۲z^۲)\sqrt{z^۲+a^۲}\mp z^۳(۱۲z^۲+۵a^۲)\right]\hat{\mathbf{a}}_z$، $-$ و $+$ به ترتیب برای $z>a$ و $z<-a$،

ب) $\mathbf{A}=\frac{\rho_۰\mu_۰\omega}{۴۸}\frac{a^۶\sin ۲\theta}{r^۳}\hat{\mathbf{a}}_\varphi$

۳۳. الف) $\mathbf{A}=-\mu_۰ J_۰ a\left(a e^{-|y|/a}+\frac{y^۲}{e|y|}-\frac{۲a}{e}\right)\hat{\mathbf{a}}_z$ برای $|y|\geq a$ و $\mathbf{A}=\mathbf{o}$ برای $|y|\leq a$،

ب) $\mathbf{A}=-\mu_۰ J_۰\left[a^۲\left(e^{-r/a}-۱\right)-a^۲\sum_{n=۱}^{\infty}\frac{(-r/a)^n}{n(n!)}\right]\hat{\mathbf{a}}_z$ برای $r\leq a$ و

$\mathbf{A}=-\mu_۰ J_۰ a^۲\left[\left(۱-\frac{۲}{e}\right)\ln\left(\frac{r}{a}\right)+\frac{۱-e}{e}+\sum_{n=۱}^{\infty}\frac{(-۱)^n}{n(n!)}\right]\hat{\mathbf{a}}_z$ برای $r\geq a$،

ج) $\mathbf{A}=-\mu_۰\ln\left(\tan\frac{\theta}{۲}\right)\hat{\mathbf{a}}_r$ برای $\frac{\pi}{۳}\leq\theta\leq\frac{۲\pi}{۳}$، $\mathbf{A}=\left(\frac{۱}{۲}\mu_۰\ln ۳\right)\hat{\mathbf{a}}_r$ برای $۰\leq\theta\leq\frac{\pi}{۳}$ و

$\mathbf{A}=\left(-\frac{۱}{۲}\mu_۰\ln ۳\right)\hat{\mathbf{a}}_r$ برای $\frac{۲\pi}{۳}\leq\theta\leq\pi$

۳۶. ب) (i) $\mathbf{J}=\frac{۲\cos ۲\theta}{\mu_۰ r\sin^۲\theta}\hat{\mathbf{a}}_\varphi$، (ii) $\mathbf{J}=\frac{\cot\theta}{\mu_۰ r^۲}\hat{\mathbf{a}}_r$

## فصل ششم

۱. الف) $J_m=۰$، $J_{ms}=-M_۰\hat{\mathbf{a}}_\varphi$ روی $r=a$ و $J_{ms}=M_۰\hat{\mathbf{a}}_\varphi$، $\frac{\pi}{۲}\leq\varphi\leq\frac{۳\pi}{۲}$ روی $r=b$ و

$J_{ms}=M_۰\hat{\mathbf{a}}_y$ روی $\varphi=\frac{\pi}{۲}$ و $a\leq r\leq b$، $J_{ms}=M_۰\hat{\mathbf{a}}_y$ روی $\varphi=\frac{۳\pi}{۲}$ و $a\leq r\leq b$،

ب) $\mathbf{B}=\mu_0 M_0 \hat{\mathbf{a}}_z$ برای $a<r<b$ و $\frac{\pi}{2}<\varphi<\frac{3\pi}{2}$، $\mathbf{B}=0$ جاهای دیگر، $\mathbf{H}=0$ در تمام نقاط فضا

۲. $\mathbf{B}=k_0\mu_0 M_0 \hat{\mathbf{a}}_z$ برای $r<a$، $\mathbf{B}=-\mu_0 M_0 \frac{a}{r}\hat{\mathbf{a}}_\varphi$ برای $r>a$ و $\mathbf{H}=-M_0\frac{a}{r}\hat{\mathbf{a}}_\varphi$ در تمام نقاط فضا

۳. $$\mathbf{B}=\frac{\mu_0 M_0}{\pi bc}\left(b\sqrt{4a^2+c^2}-a\sqrt{4b^2+c^2}\right)\hat{\mathbf{a}}_x$$

۴. $$\mathbf{B}=\left\{\frac{1}{2}\mu_0 M_0 \ln\left(\frac{b}{a}\right)h(b-a)^2/[h^2+(b-a)^2]^{3/2}\right\}\hat{\mathbf{a}}_z \quad \text{و} \quad \mathbf{H}=\mathbf{B}/\mu_0$$

۵. $\mathbf{B}=\left\{\mu\mu_0 I/r[\mu(2\pi-\varphi_0)+\mu_0\varphi_0]\right\}\hat{\mathbf{a}}_\varphi$ در تمام نقاط فضا، $\mathbf{H}=\mathbf{B}/\mu$ برای $0<\varphi<\varphi_0$ و $\mathbf{H}=\mathbf{B}/\mu_0$ برای $\varphi_0<\varphi<2\pi$

۶. ب) $\mathbf{B}=\left\{\mu_0\mu_r I/[\pi(\mu_r+1)r]\right\}\hat{\mathbf{a}}_\varphi$ در تمام نقاط فضا، $\mathbf{H}=\mathbf{B}/\mu_0\mu_r$ برای

$\frac{(2n+1)\pi}{6}<\varphi<\frac{2n\pi}{6}$ با $n=0,1,\ldots,5$ و $\mathbf{H}=\mathbf{B}/\mu_0$ برای $\frac{2n\pi}{6}<\varphi<\frac{(2n-1)\pi}{6}$ با $n=1,2,\ldots,6$، ج) $\mathbf{B}=(\mu_0 I/4r)\hat{\mathbf{a}}_\varphi$ در تمام نقاط فضا و $\mathbf{H}=\left\{I/\left[4\left(1+\sin\frac{\varphi}{2}\right)r\right]\right\}\hat{\mathbf{a}}_\varphi$ در تمام نقاط فضا

۷. ب) $\mathbf{H}=[I/(2\pi r)]\hat{\mathbf{a}}_\varphi$ در تمام نقاط فضا، $\mathbf{B}=(\mu_0 Ir/2\pi)$ برای $1<r<2$ و

$\mathbf{B}=(\mu_0 I/2\pi r)\hat{\mathbf{a}}_\varphi$ برای $r<1$ و $r>2$، $J_{ms}=0$ روی $r=1$ و $J_{ms}=(-3I/4\pi)\hat{\mathbf{a}}_z$ روی $r=2$، $J_m=(I/\pi)\hat{\mathbf{a}}_z$ برای $1<r<2$

۸. الف) $W_m=\frac{\mu_0 I^2 c}{4\pi}\left[\ln\left(\frac{b}{a}\right)+\frac{2}{\pi}\left(1-\frac{a}{b}\right)\right]$، ب) $\mathbf{B}=\frac{\mu_0 I}{2\pi r}\left(1+e^{-r-|z|}\right)\hat{\mathbf{a}}_\varphi$ و

$$J_m=\frac{I}{2\pi r}e^{-r-|z|}\left(\frac{z}{|z|}\hat{\mathbf{a}}_r-\hat{\mathbf{a}}_z\right)$$

۹. $\mathbf{H}=\hat{\mathbf{a}}_x\mu_2 J_{S_0}/(\mu_1+\mu_2)$ برای $z>0$ و $\mathbf{H}=-\hat{\mathbf{a}}_x\mu_1 J_{S_0}/(\mu_1+\mu_2)$ برای $z<0$

۱۰. الف) $\mathbf{H}=-\hat{\mathbf{a}}_y[2\mu_0 J_{S_0}/(\mu_1+\mu_2+2\mu_0)]$ برای $z>0$ و

$\mathbf{H}=\hat{\mathbf{a}}_y[J_{S_0}(\mu_1+\mu_2)/(\mu_1+\mu_2+2\mu_0)]$ برای $z<0$،

ب) $J_{ms}=\hat{\mathbf{a}}_y[2(\mu_2-\mu_1)J_{S_0}/(\mu_1+\mu_2+2\mu_0)]$ روی $x=0$ و $z>0$

۱۱. ب) $\mathbf{H}=-\frac{1}{4}J_{S_0}\hat{\mathbf{a}}_y$ برای $z>0$، $\mathbf{H}=\frac{3}{4}J_{S_0}\hat{\mathbf{a}}_y$ برای $z<0$، $\mathbf{B}=-\frac{1}{4}\mu_0 J_{S_0}(3+2e^{-x^2})\hat{\mathbf{a}}_y$

برای $z>0$ و $\mathbf{B}=\frac{3}{4}\mu_0 J_{S_0}\hat{\mathbf{a}}_y$ برای $z<0$، $=x\,e^{-x^2}J_{S_0}\hat{\mathbf{a}}_z$ برای $z>0$.

۱۲. $\mathbf{H}=[J_{S_0}(\mu+2\mu_0)/(\mu+5\mu_0)]\hat{\mathbf{a}}_y$ برای $z<0$ و $\mathbf{H}=-J_{S_0}[3\mu_0/(\mu+5\mu_0)]\hat{\mathbf{a}}_y$ برای

$z>0$؛ $\mathbf{B}=-J_{S_0}[3\mu\mu_0/(\mu+5\mu_0)]\hat{\mathbf{a}}_y$ برای $z>0$ و $z<\sqrt{3}x$،

$\mathbf{B}=-J_{S_0}[3\mu_0^2/(\mu+5\mu_0)]\hat{\mathbf{a}}_y$ برای $z>0$ و $z>\sqrt{3}x$،

$\mathbf{B}=J_{s.}[\mu_.(\mu+2\mu_.)/(\mu+5\mu_.)]\hat{a}_y$ برای $z<0$،

$(\hat{a}_x+\sqrt{3}\hat{a}_z)$ روی $J_{ms}=-\frac{3}{2}J_{s.}[(\mu-\mu_.)/(\mu+5\mu_.)]$ با $z=\sqrt{3}x$ $z>0$

۱۳. $\mathbf{H}=-J_{s.}[2\mu_./(\mu+3\mu_.)]\hat{a}_y$ برای $z>0$، $\mathbf{H}=J_{s.}[(\mu+\mu_.)/(\mu+3\mu_.)]\hat{a}_y$ برای $z<0$

۱۴. $\mathbf{H}=J_{s.}[\mu_./(\mu+\mu_.)]\hat{a}_z$ بالای سطح جریان، $\mathbf{H}=-J_{s.}[\mu/(\mu+\mu_.)]\hat{a}_z$ زیر سطح جریان، $\mathbf{B}=\pm J_{s.}[\mu\mu_./(\mu+\mu_.)]\hat{a}_z$ که + و − به ترتیب برای بالا و پایین سطح جریان است.

۱۵. $\mathbf{H}=\left\{-J_{s.}(2\pi-\alpha)\mu_./[\alpha\mu+(2\pi-\alpha)\mu_.]\right\}\hat{a}_z$ برای $0<\varphi<\alpha$ و

$\mathbf{H}=\left\{J_{s.}\alpha\mu/[\alpha\mu+(2\pi-\alpha)\mu_.]\right\}\hat{a}_z$ برای $\alpha<\varphi<2\pi$

۱۶. الف) $\mathbf{H}_1=4/42\hat{a}_x-0/72\hat{a}_y+2/16\hat{a}_z$، ب) $J_{ms}=-\frac{66}{7}(3\hat{a}_y+\hat{a}_z)$

۱۷. $\mathbf{H}_a=17/47\hat{a}_x-3/02\hat{a}_y+9/06\hat{a}_z$ A/m

۱۸. $\mu_r=4$، $\mathbf{H}_a=\frac{1}{3}(\hat{a}_x+4\hat{a}_y+8\hat{a}_z)$ A/m

۱۹. الف) $\mathbf{H}=2\hat{a}_x$ A/m در تمام نقاط فضا، $\mathbf{B}=2\mu_.\hat{a}_x$ Wb/m$^2$ برای $|y|>1$ و

$\mathbf{B}=2\mu_.(1+y^2)\hat{a}_x$ Wb/m$^2$ برای $|y|<1$، ب) $\mathbf{B}=3\mu_.\hat{a}_y$ Wb/m$^2$ در تمام نقاط فضا، $\mathbf{H}=3\hat{a}_y$ A/m برای $|y|>1$ و $\mathbf{H}=3/(1+y^2)\hat{a}_y$ A/m برای $|y|<1$،

ج) $\mathbf{H}=2\hat{a}_x+3\hat{a}_y+5\hat{a}_z$ A/m برای $|y|>1$ و $\mathbf{H}=2\hat{a}_x+[3/(1+y^2)]\hat{a}_y+5\hat{a}_z$ A/m برای $|y|<1$، $\mathbf{B}=\mu_.(2\hat{a}_x+3\hat{a}_y+5\hat{a}_z)$ Wb/m$^2$ برای $|y|>1$،

$\mathbf{B}=2\mu_.(1+y^2)\hat{a}_x+3\mu_.\hat{a}_y+5\mu_.(1+y^2)\hat{a}_z$ Wb/m$^2$ برای $|y|<1$

۲۱. الف) $L=2\pi\mu_.n^2\int_.^a rf(r)\,dr$، ب) $L=\frac{5}{3}\pi\mu_.n^2a^2$

۲۲. $L=\frac{b^2N^2}{18\pi a}(\mu_.+8\mu)$ ۲۳. $M_{12}=M_{21}=0/189\mu_.a$

۲۴. $M_{12}=M_{21}=0/0787\mu_.a$ ۲۵. $M_{12}=M_{21}=\frac{\mu_.c}{2\pi}\ln\left(\frac{a}{b}\right)$

۲۶. الف) $L_{11}=2\mu SN_1^2/5l$، $L_{22}=3\mu SN_2^2/16l$، ب) $M_{12}=M_{21}=0$

۲۷. ب) $W_m=58\mu SN^2I^2/45l$

۲۸. الف) $W_m=\frac{2}{3}\pi\mu_.\alpha a^2n^3I^3$، ب) $L_{eq}=\frac{4}{3}\pi\mu_.\alpha a^2n^3I$

۲۹. داخلی $L_{eq}=(\mu_.\alpha/15a\pi^2)I$

۳۰. $\mathbf{H}=\frac{1}{2}M_.\left(\frac{a}{r}\right)^2(\cos\varphi\hat{a}_r+\sin\varphi\hat{a}_\varphi)$ برای $r>a$ و $\mathbf{H}=-\frac{1}{2}M_.\hat{a}_x$ برای $r<a$

۳۱. $\mathbf{H}=\frac{1}{3}M_.\left(\frac{a}{r}\right)^3(2\cos\theta\hat{a}_r+\sin\theta\hat{a}_\theta)$ برای $r>a$ و $\mathbf{H}=-\frac{1}{3}M_.\hat{a}_z$ برای $r<a$

۳۲. میدان در درون محفظه ۹۹/۵۵ درصد کاهش می‌یابد.

۳۳. الف) $L = 2\pi a N^2/9\mu_0$، ب) $F = (\pi N^2 I^2/9\mu_0)\hat{a}_r$

۳۴. الف) $F = 0/03\mu^2 SN^2 I^2/\mu_0 l^2$، ب) $F = \mu_0 SN^2 I^2/12d^2$، ج) ۲۴۰/۴۳ Kg

۳۵. $P = \mu_0 I^2(1+e^{-b/a})/8\pi^2 b^2$

۳۶. ب) $T = -60\hat{a}_x + 95\hat{a}_y + 2\hat{a}_z$ N.m

۳۷. $T = 3S\mu^2 N^2 I^2/(25\mu_0 l)$

## فصل هفتم

۱. الف) $i(t) = -\mu_0 I_0 v_0 d/2\pi R(y_0 + v_0 t)$،

ب) $i(t) = -\mu_0 I_0 v_0 d/[2\pi(R+R_0 v_0 t)(y_0+v_0 t)]$

۲. $y = y_0 + v_0 t$، $i(t) = (\mu_0 I_0 v_0 ab/2\pi R)\left[(y\cos\alpha + a)/\left(y(y^2 + 2ay\cos\alpha + a^2)\right)\right]$

۳. الف) $i(t) = 0$، ب) $i(t) = (B_0 v_{0y} ab)/[R(v_{0y}t + a)(v_{0y}t + 2a)]$،

ج) $$i(t) = \frac{bB_0}{R}\left[\frac{(v_{0x}^2 + v_{0y}^2)t + av_{0y}}{(v_{0x}^2+v_{0y}^2)t^2 + 2av_{0y}t + a^2} - \frac{(v_{0x}^2+v_{0y}^2)t + 2av_{0y}}{(v_{0x}^2+v_{0y}^2)t^2 + 4av_{0y}t + 4a^2}\right]$$

۴. الف) $i(t) = \frac{15b\omega_0 B_0 \sin\omega_0 t}{R(16+9\sin^2\omega_0 t)}$، ب) $i(t) = \frac{2bB_0\omega_0\sin\omega_0 t}{R(5-4\cos\omega_0 t)}$

۵. الف) $i(t) = -B_0 v_0/R_0$، ب) $B_0^2 v_0^3/R_0$ = انرژی تلف شده

۶. $V = \frac{1}{2}B_0\omega_0\varphi_0 l^2 \sin\omega_0 t$

۷. $$i(t) = \frac{\mu_0 I_0 b\omega}{2\pi R}\ln\left[\frac{h^2 + \left(\frac{a+d}{2}\right)^2}{h^2 + \left(\frac{a-d}{2}\right)^2}\right]\sin\omega t$$

۸. $$i(t) = \frac{\mu_0 I_0 b\omega}{4\pi R}\ln\left[\frac{\left[h^2 + \left(c + \frac{a+d}{2}\right)^2\right]\left[h^2 + \left(c - \frac{a+d}{2}\right)^2\right]}{\left[h^2 + \left(c + \frac{a-d}{2}\right)^2\right]\left[h^2 + \left(c - \frac{a-d}{2}\right)^2\right]}\right]\sin\omega t$$

۹. $i_2(t) = -0/99992\cos(100\pi t + 0/7256^\circ)$

۱۰. $i_2(t) = \sin(1000t)$ A، $i_3(t) = -2\sin(1000t)$ A

۱۱. الف) $\varepsilon_r = 4$، ب) $H = -\frac{1}{20\pi}\sin\left(10^8 t - \frac{2}{3}z\right)\hat{a}_x + \frac{1}{30\pi}\cos\left(10^8 t - \frac{2}{3}z\right)\hat{a}_y$

۱۲. الف) $c_0 = 4\sqrt{3}/3$،

ب) $H = -\frac{1}{\omega\mu_0}\left(-2\sqrt{3}\,\hat{a}_x + \frac{23}{3}\sqrt{3}\,\hat{a}_y + 19\hat{a}_z\right)\cos(\omega t - 2x - 3y + \sqrt{3}z)$،

ج) $\omega = 12\times 10^8$ rad/s

۱۳. الف) $J_S = H_0\cos(3\times 10^9 t - 6y)\,\hat{a}_y$،

ب) $E = 12\pi H_0\,[-6\cos 8x\cos(3\times 10^9 t - 6y)\,\hat{a}_x + 8\sin 8x\sin(3\times 10^9 t - 6y)\,\hat{a}_y]$،

ج) $a = \pm 8$

۱۴. الف) $\omega = 3\sqrt{2}\times 10^8$ rad/s، ب) $\xi = \pm 3$، ج) $R = -\frac{1}{2}$ و $T = \frac{1}{2}$ به ازای $\xi = 3$، $R = -2$ و $T = -1$ به ازای $\xi = -3$

۱۵. الف) $H = \frac{E_0}{\omega\mu_0}\left[-\frac{\pi}{c}\sin\left(\frac{\pi x}{a}\right)\cos\left(\frac{\pi z}{c}\right)\hat{a}_x + \frac{\pi}{a}\cos\left(\frac{\pi x}{a}\right)\sin\left(\frac{\pi z}{c}\right)\hat{a}_z\right]\cos\omega t$،

ب) $\omega = (\pi\sqrt{a^2 + c^2})/(ac\sqrt{\mu_0\varepsilon_0})$، ج) $\rho_S = \varepsilon_0 E_0\sin\left(\frac{\pi x}{a}\right)\sin\left(\frac{\pi z}{c}\right)\sin\omega t$ روی $y = 0$ و $z = c$ روی $\rho_S = 0$، د) $J_S = -\frac{\pi E_0}{\omega\mu_0 a}\sin\left(\frac{\pi z}{c}\right)\cos\omega t\,\hat{a}_y$ روی $x = 0$، $J_S = -\frac{E_0}{\omega\mu_0}\left[\frac{\pi}{c}\sin\left(\frac{\pi x}{a}\right)\cos\left(\frac{\pi z}{c}\right)\hat{a}_z + \frac{\pi}{a}\cos\left(\frac{\pi x}{a}\right)\sin\left(\frac{\pi z}{c}\right)\hat{a}_x\right]\cos\omega t$ روی $y = b$

۱۶. الف) $E = 40\pi\frac{H_0}{r}\cos(\omega t - 3z)\,\hat{a}_r$، ب) $\omega = 3\times 10^8$ rad/s،

ج) $J_S = \frac{H_0}{a}\cos(\omega t - 3z)\,\hat{a}_z$ روی $r = a$، $J_S = -\frac{H_0}{b}\cos(\omega t - 3z)\,\hat{a}_z$ روی $r = b$

۱۷. $\beta = 0$، $\alpha = \pm\frac{\sqrt{3}}{3}$

۱۸. ب) $H = -\frac{\sqrt{\varepsilon_1}J_{S0}}{\sqrt{\varepsilon_1} + \sqrt{\varepsilon_2}}\sin[\omega(t + \sqrt{\mu_0\varepsilon_1}\,z)]\hat{a}_x$ برای $z < 0$،

$H = \frac{\sqrt{\varepsilon_2}J_{S0}}{\sqrt{\varepsilon_1} + \sqrt{\varepsilon_2}}\sin[\omega(t - \sqrt{\mu_0\varepsilon_2}\,z)]\hat{a}_x$ برای $z > 0$،

$E = -\frac{\sqrt{\mu_0}J_{S0}}{\sqrt{\varepsilon_1} + \sqrt{\varepsilon_2}}\sin[\omega(t + \sqrt{\mu_0\varepsilon_1}\,z)]\hat{a}_y$ برای $z < 0$ و

$E = -\frac{\sqrt{\mu_0}J_{S0}}{\sqrt{\varepsilon_1} + \sqrt{\varepsilon_2}}\sin[\omega(t - \sqrt{\mu_0\varepsilon_2}\,z)]\hat{a}_y$ برای $z > 0$

۱۹. $H = Q_0\cos[\beta_1(z+d)]\left[\sqrt{\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}}\sin(\beta_1 d)\cos(\omega t) - \cos(\beta_1 d)\sin(\omega t)\right]\hat{a}_x$

برای $-d < z < 0$

$$H = Q_0 \sqrt{\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}} \sin(\beta_1 d)\left[\cos(\beta_1 d)\cos(\omega t - \beta_2 z) + \sqrt{\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}} \sin(\beta_1 d)\sin(\omega t - \beta_2 z)\right] \hat{a}_x$$

برای $z > 0$

$$E = -Q_0 \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_1}} \sin[\beta_1 (z+d)]\left[\cos(\beta_1 d)\cos(\omega t) + \sqrt{\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}} \sin(\beta_1 d)\sin(\omega t)\right] \hat{a}_y$$

برای $-d < z < 0$

برای $E = -Q_0 \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_1}} \sin(\beta_1 d)\left[\cos(\beta_1 d)\cos(\omega t - \beta_2 z) + \sqrt{\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}} \sin(\beta_1 d)\sin(\omega t - \beta_2 z)\right] \hat{a}_y$

$$Q_0 = J_{S_0} \Big/ \left[\cos^2(\beta_1 d) + \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}\sin^2(\beta_1 d)\right]$$ و $\beta_2 = \omega\sqrt{\mu_0 \varepsilon_2}$ ، $\beta_1 = \omega\sqrt{\mu_0 \varepsilon_1}$ که $z > 0$؛

۲۱. ب) $E = -J_{S_0} \frac{\sqrt{\mu_0}}{\sqrt{\varepsilon_1} + \sqrt{\varepsilon_2}} f(t + \sqrt{\mu_0 \varepsilon_1}\, z)\, \hat{a}_y$ برای $z < 0$ و

$E = -J_{S_0} \frac{\sqrt{\mu_0}}{\sqrt{\varepsilon_1} + \sqrt{\varepsilon_2}} f(t - \sqrt{\mu_0 \varepsilon_2}\, z)\, \hat{a}_y$ برای $z > 0$

# پیوست ج : مراجع


[1] Balanis, C. A., *Advanced Engineering Electromagnetics*, New York, John Wiley and Sons, 1989.

[2] Cheng, D. K., *Fundamentals of Engineering Electromagnetics*, Reading, MA, Addison Wesley, 1993.

[3] Clemmow, P. C., An *Introduction to Electromagnetic Theory*, New York, Cambridge University Press, 1973.

[4] Hayt, W. H. and J. A. Buck, *Engineering Electromagnetics*, New York, McGraw-Hill Higher Education, 7th ed., 2006.

[5] Kraus, J. D. and D. A. Fleish., *Electromagnetics*, New York, McGraw-Hill, 5th ed., 1999.

[6] Johnk, C.T. A., *Engineering Electromagnetic Fields and Waves*, New York, John Wiley and Sons, 2nd ed., 1988.

[7] Lorrain, P. and D. R. Corson, *Electromagnetic Fields and Waves*, San Francisco, W. H. Freeman and Company, 3rd ed., 1988.

[8] Magid, L. M., *Electromagnetic Fields, Energy*, and Waves, New York, John Wiley and Sons, 1972.

[9] Neff, H. P., *Basic Electromagnetic Fields*, New York, Harper & Row, 2nd ed., 1987.

[10] Plonus, M. A., *Applied Electromagnetics*, New York, McGraw-Hill, 1978.

[11] Ramo, S., J. R. Whinnery, and T. Van Duzer, *Fields and Waves in Communications Electronics*, New York, John Wiley and Sons, 3rd ed., 1994.

[12] Rao, N. N., *Elements of Engineering Electromagnetics*, Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall, 6th ed.,2004.

[13] Sadiku, M. N. O., *Elements of Electromagnetics*, New York, Oxford University Press, 4th ed., 2006.

[14] Shen, L. C.and J. A. Kong, *Applied Electromagnetism*, Boston, MA, Thomson-Engineering, 3rd ed., 1995.

[15] Ulaby, F., *Fundamentals of Applied Electromagnetics*, Upper Saddle River, NJ, Pearson Prentice-Hall, 5th ed.,2007.