

موسسه بابان

انتشارات بابان و انتشارات راهیان ارشد

پایگاه داده‌ها

فصل پنجم: وابستگی تابعی (نکته و تست)

(ویژه کنکور ارشد ۱۴۰۵)

ویژه‌ی داوطلبان کنکور کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر و IT

براساس کتب مرجع

آبراهام سیلبرشاتز، راما کریشنن، رامز المصری، سی جی دیت و توماس کانلی و کارولین بگ

ارسطو خلیلی فر

کلیه‌ی حقوق مادی و معنوی این اثر در سازمان اسناد و کتابخانه‌ی ملی ایران به ثبت رسیده است.

تست‌های فصل پنجم: وابستگی تابعی

۱- کدام گزینه، معادل مجموعه وابستگی‌های تابعی مقابل است؟ (مهندسی کامپیوتر - دولتی ۸۳)

$$\{(X, Y, Z) \rightarrow ABCD, A \rightarrow B, X \rightarrow Y\}$$

$$\{(X, Y) \rightarrow ACD, A \rightarrow B, X \rightarrow Y\} \quad (۱)$$

$$\{(X, Y, Z) \rightarrow ABCD, XA \rightarrow BY\} \quad (۲)$$

$$\{(X, Z) \rightarrow ACD, A \rightarrow B, X \rightarrow Y\} \quad (۳)$$

$$\{(Y, Z) \rightarrow ACD, A \rightarrow B, X \rightarrow Y\} \quad (۴)$$

۲- جدولی با پنج ستون A, B, C, D, E دارای وابستگی‌های زیر است. کدام گزینه، کلید کاندید این جدول است؟ (مهندسی IT - دولتی ۸۳)

$$\{A \rightarrow BC, B \rightarrow D, D \rightarrow A\}$$

$$(A, D, E) \quad (۴) \quad (A, D) \quad (۳) \quad (A, E) \quad (۲) \quad (D, E) \quad (۱)$$

۳- در بانک زیر کلید کاندید کدام است؟ (مهندسی کامپیوتر - دولتی ۸۴)

$$R = (A, B, C, D, E, H)$$

$$F = \{A \rightarrow B, B \rightarrow C, D \rightarrow E, H \rightarrow A\}$$

$$ADH \quad (۴) \quad ABD \quad (۳) \quad HD \quad (۲) \quad EH \quad (۱)$$

۴- رابطه $R(A, B, C, D, E, F, G, H)$ را با وابستگی‌های کاربردی زیر در نظر بگیرید:

کدام یک از وابستگی‌های کاربردی زیر می‌تواند حذف شود، بدون آن‌که کلید اصلی R تغییری بکند؟

(مهندسی IT - دولتی ۸۴)

$$A \rightarrow BCD$$

$$AD \rightarrow E \quad (۱)$$

$$AD \rightarrow E$$

$$F \rightarrow GH \quad (۲)$$

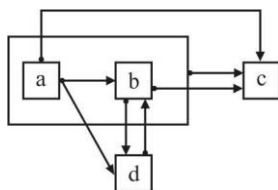
$$EFG \rightarrow H$$

$$EFG \rightarrow H \quad (۳)$$

$$F \rightarrow GH$$

$$A \rightarrow BCD \quad (۴)$$

۵- نمودار FD زیر را در نظر بگیرید. کدام FD متعلق به مجموعه حداقل FD ها است؟ (مهندسی IT - دولتی ۸۵)



$$b \rightarrow c \quad (۱)$$

$$a \rightarrow c \quad (۲)$$

$$a \rightarrow d \quad (۳)$$

$$ab \rightarrow c \quad (۴)$$

۶- حداقل مجموعه وابستگی‌های تابعی S' که معادل مجموعه وابستگی‌های تابعی S می‌باشد، کدام است؟

(مهندسی IT - دولتی ۸۶)

$$S = \{A \rightarrow B, A \rightarrow C, A \rightarrow E, B \rightarrow C, B \rightarrow E, C \rightarrow E\}$$

$$S' = \{A \rightarrow B, A \rightarrow C, C \rightarrow E, B \rightarrow E\} \quad (۱)$$

$$S' = \{A \rightarrow B, B \rightarrow C, C \rightarrow E\} \quad (2)$$

$$S' = \{A \rightarrow B, A \rightarrow E, B \rightarrow E\} \quad (3)$$

$$S' = \{A \rightarrow B, A \rightarrow C, A \rightarrow E, C \rightarrow E\} \quad (4)$$

۷- رابطه $R(A, B, C, D, E, F)$ با مجموعه وابستگی های FD مفروض است. کلید کاندید در رابطه R کدام است؟
(مهندسی IT - آزاد ۸۵)

$$FD = \{AB \rightarrow C, DB \rightarrow E, C \rightarrow F, B \rightarrow CE, A \rightarrow BE, D \rightarrow C\}$$

$$(A, B, D) \quad (4) \quad (A, D) \quad (3) \quad (B, D) \quad (2) \quad (A, B) \quad (1)$$

۸- مجموعه غیرقابل کاهش وابستگی ها برای مجموعه وابستگی FD شامل چند وابستگی است؟
(مهندسی IT - آزاد ۸۵)

$$FD = \{AC \rightarrow BD, B \rightarrow DE, A \rightarrow D, A \rightarrow C, BC \rightarrow E, D \rightarrow E, A \rightarrow E\}$$

$$6 \quad (4) \quad 5 \quad (3) \quad 4 \quad (2) \quad 3 \quad (1)$$

۹- اگر مجموعه وابستگی زیر در رابطه $R(A, B, C, D, E, F, G)$ مفروض باشند، آن گاه کدام وابستگی زیر را می توان نتیجه گرفت:
(مهندسی IT - آزاد ۸۶)

$$\{A \rightarrow B, CD \rightarrow F, B \rightarrow D, B \rightarrow C, BE \rightarrow G, G \rightarrow F, AG \rightarrow B\}$$

$$A \rightarrow F \quad (4) \quad G \rightarrow D \quad (3) \quad G \rightarrow B \quad (2) \quad B \rightarrow G \quad (1)$$

۱۰- در رابطه با $R(x, y, z, w)$ اگر $x \rightarrow z$ و $y \rightarrow w$ برقرار باشد، نامزد کلیدی رابطه R کدام است؟
(مهندسی کامپیوتر - دولتی ۸۷)

$$(1) \text{ نامزد کلیدی } (x, y) \text{ است.} \quad (2) \text{ نامزد کلیدی فقط } x \text{ یا فقط } y \text{ است.} \\ (3) \text{ نامزد کلیدی } (x, y, z, w) \text{ است.} \quad (4) \text{ } x \text{ یا } y \text{ هر یک نامزد کلیدی است.}$$

۱۱- فرض کنید AB کلید اصلی شمای $R(A, B, C, D, E, H, K)$ باشد، کدام یک از وابستگی های تابعی زیر وابستگی جزئی است؟
(مهندسی کامپیوتر - آزاد ۸۷)

$$DEH \rightarrow K \quad (4) \quad D \rightarrow EH \quad (3) \quad A \rightarrow CD \quad (2) \quad AB \rightarrow E \quad (1)$$

۱۲- اگر A یک مجموعه از صفات در شمای R باشد و داشته باشیم $A \xrightarrow{FFD} R$ (وابستگی تابعی کامل به A دارد) در این صورت A شمای R است.
(مهندسی IT - آزاد ۸۷)

$$(1) \text{ کلید کاندید} \quad (2) \text{ کلید اصلی} \quad (3) \text{ کلید فرعی} \quad (4) \text{ کلید خارجی}$$

۱۳- رابطه $R(A, B, C, D, E, H, K, L)$ با وابستگی های تابعی زیر داده شده است. کلید کاندید R کدام است؟
(مهندسی IT - آزاد ۸۷)

$$F = \{AB \rightarrow L, C \rightarrow H, CD \rightarrow E, EH \rightarrow B, K \rightarrow C\}$$

$$ADK \quad (4) \quad ABDHK \quad (3) \quad K \quad (2) \quad ABK \quad (1)$$

۱۴- اگر در جدول ST داشته باشیم $Code \rightarrow T\#$ ، آن گاه این جدول چند نامزد کلیدی (Candidate Key) دارد؟
(مهندسی کامپیوتر - دولتی ۸۸)

ST(S#, T#, Date, Time, Code)

(۱) یک (۲) دو (۳) سه (۴) چهار

۱۵- کدام مورد، درباره وابستگی‌های تابعی (Functional Dependencies) غلط می‌باشد؟ (مهندسی IT- دولتی ۸۸)

(۱) $AB \rightarrow C, D \rightarrow AE, AF \rightarrow C, EF \rightarrow GA \Rightarrow AD \rightarrow C$

(۲) $AB \rightarrow C, D \rightarrow AE, AE \rightarrow C, EF \rightarrow GA \Rightarrow DF \rightarrow G$

(۳) $X \rightarrow Y \wedge YZ \rightarrow W \Rightarrow XZ \rightarrow W$

(۴) $X \rightarrow Y \wedge Y \rightarrow Z \wedge X \rightarrow W \Rightarrow XZ \rightarrow W$

۱۶- رابطه R با وابستگی‌های تابعی F داده شده است. کلید اصلی R کدام است؟ (مهندسی IT- آزاد ۸۸)

R(A, B, C, D, E, F, G, H)

$F = \{ABC \rightarrow DE, G \rightarrow DE, E \rightarrow F, H \rightarrow E, F \rightarrow G\}$

(۱) ABH (۲) ABCH (۳) ABE (۴) ABC

۱۷- فرض کنید AB کلید اصلی شمای R(A, B, C, D, E, H) باشد. کدام یک از وابستگی‌های تابعی زیر، وابستگی انتقالی است؟ (مهندسی IT- آزاد ۸۷)

(۱) $AB \rightarrow C$ (۲) $A \rightarrow DEH$ (۳) $D \rightarrow EH$ (۴) $B \rightarrow D$

۱۸- فرض کنید $R = (U)$ عنوان یک رابطه باشد که روی مجموعه صفات U تعریف شده است و وابستگی‌های تابعی موجود در مجموعه F در مورد آن اعمال شده است. با فرض این که R دارای یک کلید منحصر به فرد K است. کدام یک از این نتیجه‌ها در مورد گزاره زیر صادق است؟ (مهندسی IT- دولتی ۸۸)

$\forall X \subseteq U \forall A \in U: X \rightarrow A \in F^+ \wedge A \notin X$

(۱) $X \subset K$ (۲) $X \not\subseteq K$

(۳) A جزئی از کلید اصلی است. ($A \in K$) (۴) A جزئی از کلید اصلی نیست. ($A \notin K$)

۱۹- رابطه R(A, B, C, D, E) و وابستگی‌های تابعی زیر را در نظر بگیرید.

$A \rightarrow B$

$AB \rightarrow CD$

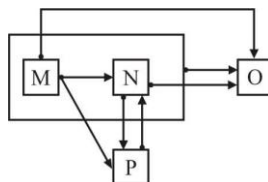
$D \rightarrow ABC$

(مهندسی کامپیوتر- دولتی ۸۹)

کدام گزینه کلید رابطه است؟

(۱) AD (۲) AE (۳) AB (۴) ABD

۲۰- نمودار وابستگی‌های تابعی (FD) زیر را در نظر بگیرید:



کدام FD متعلق به مجموعه حداقل FD ها است؟ (مهندسی کامپیوتر- آزاد ۸۹ گروه ب)

(۱) $N \rightarrow O$ (۲) $(MN) \rightarrow O$ (۳) $M \rightarrow P$ (۴) $M \rightarrow O$

۲۱- رابطه $R(A, B, C, D, E)$ با وابستگی‌های تابعی زیر را در نظر بگیرید:

$A \rightarrow B, B \rightarrow C, C \rightarrow A, D \rightarrow E, E \rightarrow D$

تعداد ابرکلید (فوق کلید) ها و کلیدهای کاندید رابطه (به ترتیب از راست به چپ) چندتا است؟

(مهندسی کامپیوتر- آزاد ۸۹ گروه ب)

(۱) ابرکلید= ۸ و کلید کاندید= ۲ (۲) ابرکلید= ۲۱ و کلید کاندید= ۶

(۳) ابرکلید= ۲۱ و کلید کاندید= ۸ (۴) ابرکلید= ۱۸ و کلید کاندید= ۷

۲۲- رابطه $R(A, B, C, D, E)$ و وابستگی‌های تابعی (Functional Dependency) زیر را در نظر بگیرید. فرض

کنید نمی‌دانیم $\square$ چیست و $\square$ می‌تواند هر زیر مجموعه غیرتهی از صفات R باشد.

$A \rightarrow BC$

$CD \rightarrow E$

$\square \rightarrow D$

(مهندسی کامپیوتر- دولتی ۹۰)

کدام یک از گزاره‌های زیر مستقل از $\square$ صحیح است؟

(I) هر کلید کاندید R شامل A است.

(II) هیچ کلید کاندیدی از R شامل C نیست.

(III) بعضی از کلیدهای کاندید R شامل C هستند و بعضی دیگر شامل C نمی‌باشند.

(۱) I و II (۲) فقط II (۳) فقط I (۴) I و III

۲۳- فرض کنید رابطه‌ای به صورت $R(V)$ که V مجموعه‌ای از صفات است و با وابستگی‌های تابعی

$F = \{x_1 \rightarrow y_1, x_2 \rightarrow y_2, \dots, x_n \rightarrow y_n\}$ داده شده باشد که در آن x_i و y_i مجموعه‌ای از صفات که

زیر مجموعه V هستند، می‌باشند. کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟ (U اجتماع مجموعه‌ای است).

(مهندسی IT- دولتی ۹۰)

(۱) اگر $\bigcup_{i=1}^n (x_i - y_i)$ یک ابرکلید باشد، آن‌گاه R تنها یک کلید کاندید خواهد داشت.

(۲) اگر $V - \bigcup_{i=1}^n (x_i - y_i)$ یک ابرکلید باشد، آن‌گاه R تنها یک کلید کاندید خواهد داشت.

(۳) اگر $V - \bigcup_{i=1}^n (y_i - x_i)$ یک ابرکلید باشد، آن‌گاه R حداقل یک کلید کاندید خواهد داشت.

(۴) اگر $V - \bigcup_{i=1}^n (y_i - x_i)$ یک ابرکلید باشد، آن‌گاه R تنها یک کلید کاندید خواهد داشت.

۲۴- رابطه R با وابستگی‌های تابعی F به صورت زیر مفروض است. کلید اصلی R کدام است؟

(مهندسی کامپیوتر- آزاد ۹۰ گروه الف)

$R(A, B, C, D, E, F, G, H, I, J)$

$F\{ABD \rightarrow EG, C \rightarrow DG, E \rightarrow FG, I \rightarrow H, H \rightarrow J, AB \rightarrow C, G \rightarrow F\}$

(۱) ABI (۲) AB (۳) ABD (۴) $ABDI$

۲۵- رابطه $R(A, B, C, D, E)$ با وابستگی‌های تابعی زیر را در نظر بگیرید: (مهندسی کامپیوتر- آزاد ۹۰ گروه ب)

$ABC \rightarrow DE$

$D \rightarrow AB$

تعداد ابرکلیدهای (Superkey) رابطه چند تا است؟

2 (۱) 7 (۲) 10 (۳) 12 (۴)

۲۶- رابطه $R(A, B, C, D, E)$ و وابستگی‌های تابعی زیر را در نظر بگیرید:

$A \rightarrow B$

$BC \rightarrow D$

$E \rightarrow C$

کدام یک از وابستگی‌های تابعی زیر لزوماً در R برقرار نیست؟ (مهندسی IT- دولتی ۹۱)

$AC \rightarrow D$ (۴) $BC \rightarrow B$ (۳) $AE \rightarrow C$ (۲) $CE \rightarrow D$ (۱)

۲۷- فرض کنید سه رابطه $R_1(A, B)$ ، $R_2(B, C)$ و $R_3(A, C)$ را داریم. اگر FD های $A \rightarrow B$ ، $B \rightarrow C$ و

$A \rightarrow C$ را داشته باشیم کدام وابستگی (FD) می‌تواند افزونه باشد؟ (مهندسی کامپیوتر- آزاد ۹۱)

$A \rightarrow B$ (۱) $A \rightarrow C$ (۲)

$B \rightarrow C$ (۳) رابطه‌ها جدا هستند و رابطه افزونه وجود ندارد. (۴)

۲۸- رابطه $R(A, B, C, D, E)$ و وابستگی‌های تابعی (Functional Dependencies) زیر را در نظر بگیرید. کدام

یک از این وابستگی‌های تابعی حتماً در R برقرار است؟ (مهندسی کامپیوتر- دولتی ۹۲)

$A \rightarrow E$ (۱) $B \rightarrow A$ (۲) $AD \rightarrow E$

$D \rightarrow E$ (۳) $C \rightarrow E$ (۴) $C \rightarrow AB$

$B \rightarrow D$

۲۹- در یک رابطه شش وابستگی تابعی به صورت ذیل داریم:

1) $A \rightarrow (B, C)$ 2) $A \rightarrow D$ 3) $A \rightarrow K$
4) $K \rightarrow C$ 5) $B \rightarrow D$ 6) $(B, C) \rightarrow D$

پس از کمینه کردن مجموعه وابستگی‌ها، این رابطه چند وابستگی تابعی دارد؟ (مهندسی کامپیوتر- آزاد ۹۲)

4 (۱) 5 (۲) 3 (۳) ۴ هیچ کدام (۴)

۳۰- رابطه $R(A, B, C, D)$ را در نظر بگیرید. کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح نیست؟

(مهندسی کامپیوتر - دولتی ۹۳)

(۱) اگر $A \rightarrow B$ و $AB \rightarrow C$ آن‌گاه $A \rightarrow C$ (۲) اگر $A \rightarrow B$ و $BC \rightarrow D$ آن‌گاه $AC \rightarrow D$

(۳) اگر $A \rightarrow B$ و $AC \rightarrow D$ آن‌گاه $AC \rightarrow BD$ (۴) اگر $AB \rightarrow BC$ و $C \rightarrow D$ آن‌گاه $A \rightarrow D$

۳۱- با داشتن رابطه $r(A, B, C, D, E)$ و مجموعه وابستگی‌های F به صورت زیر، کدام عبارت صحیح است؟

(مهندسی IT- دولتی ۹۳)

$F = \{AB \rightarrow C, C \rightarrow A, C \rightarrow BD, D \rightarrow E\}$

(۱) A و AC کلید هستند. (۲) AB و AC کلید هستند.

۳-۲ AC و AD کلید هستند. ۴) AD و CD کلید هستند.

رابطه $R(A,B,C,D,E)$ و مجموعه وابستگی‌های تابعی F را در نظر بگیرید.

$$F = \{A \rightarrow BC, CD \rightarrow E, B \rightarrow D, E \rightarrow A\}$$

کدام یک از گزینه‌ها نمی‌تواند یک کلید کاندید برای R باشد؟ (مهندسی کامپیوتر-دولتی ۹۵)

(۱) B (۲) E (۳) BC (۴) CD

۳-۳ رابطه $R(A,B,C,D,E)$ و مجموعه وابستگی‌های تابعی زیر را در نظر بگیرید. کلید کاندید این رابطه

کدام است؟ $FD = \{(A,B) \rightarrow C, B \rightarrow D, (D,E) \rightarrow C\}$ (مهندسی کامپیوتر-دولتی ۹۶)

(۱) $\{(A,B,D)\}$ (۲) $\{(A,B,E)\}$ (۳) $\{(A,B,C,E)\}$ (۴) $\{(A,B,D,E)\}$

۳-۴ در رابطه R با مجموعه صفات $\{A,B,C,D\}$ ، اگر وابستگی‌های تابعی FD (ها) به صورت

$F = \{(A,B) \rightarrow (C,D), D \rightarrow B\}$ باشد، کلید(های) کاندید این رابطه کدام است؟ (مهندسی IT-دولتی ۹۶)

(۱) فقط D (۲) فقط (A,B) (۳) فقط (A,D) (۴) (A,B) و (A,D)

۳-۵ با توجه به رابطه $R(A,B,C,D,E,F)$ و مجموعه وابستگی‌های تابعی زیر، رابطه R چند کلید کاندید

دارد؟ $F = \{A \rightarrow BCD, BC \rightarrow DE, B \rightarrow D, D \rightarrow A\}$ (مهندسی کامپیوتر-دولتی ۹۷)

(۱) 4 (۲) 3 (۳) 2 (۴) 1

۳-۶ با توجه به رابطه $R(A,B,C,D,E)$ و مجموعه وابستگی‌های تابعی زیر، کدام مورد نادرست است؟

(مهندسی IT-دولتی ۹۷) $F = \{A \rightarrow BC, CD \rightarrow E, B \rightarrow D, E \rightarrow A\}$

(۱) $\{E\}$ و $\{C,B\}$ هر دو کلید کاندید هستند. (۲) $\{B\}$ و $\{C,D\}$ هر دو کلید کاندید هستند.

(۳) $\{E\}$ و $\{C,D\}$ هر دو کلید کاندید هستند. (۴) $\{A\}$ و $\{E\}$ هر دو کلید کاندید هستند.

۳-۷ رابطه $R(A,B,C,D,E)$ و وابستگی‌های تابعی زیر را در نظر بگیرید:

$$f = \{A \rightarrow B, AB \rightarrow CD, D \rightarrow ABC\}$$

کلید کاندید رابطه کدام است؟ (مهندسی کامپیوتر-دولتی ۹۸)

(۱) AB (۲) AD (۳) AE (۴) BE

۳-۸ با در نظر گرفتن رابطه $R(A,B,C,D,E)$ و مجموعه وابستگی‌های تابعی

$F = \{AB \rightarrow C, CD \rightarrow E, DE \rightarrow B\}$ ، این رابطه چند ابرکلید دارد؟ (مهندسی IT-دولتی ۹۸)

(۱) 3 (۲) 7 (۳) 10 (۴) 12

۳-۹ با در نظر گرفتن رابطه $R(A,B,C,D,E)$ و مجموعه وابستگی‌های تابعی $F = \{AB \rightarrow C, CD \rightarrow E\}$ ،

این رابطه چند ابرکلید دارد؟ (مهندسی کامپیوتر-دولتی ۹۹)

(۱) 1 (۲) 3 (۳) 4 (۴) 7

۴-۰ رابطه $R(A,B,C,D,E,F)$ را در نظر بگیرید. فرض کنیم A و (B,C) دو کلید کاندید این رابطه و تنها

کلیدهای کاندید باشند. این رابطه چند ابرکلید دارد؟ (مهندسی کامپیوتر-دولتی ۹۹)

(۱) 8 (۲) 24 (۳) 32 (۴) 40

۴۱- در مورد رابطه $R(A, B, C, D, E)$ مجموعه وابستگی‌های تابعی زیر به دست آمده است:

$$F = \{A \rightarrow B, A \rightarrow C, CD \rightarrow E, B \rightarrow D, E \rightarrow A\}$$

با توجه به این مجموعه وابستگی‌های تابعی، کدام وابستگی تابعی زیر را نمی‌توان استنتاج کرد؟

(مهندسی IT - دولتی ۹۹)

$$AC \rightarrow BC \quad (۴) \quad BC \rightarrow CD \quad (۳) \quad CD \rightarrow AC \quad (۲) \quad BD \rightarrow CD \quad (۱)$$

۴۲- رابطه $R(A, B, C, D, E)$ و این وابستگی‌های تابعی را در نظر بگیرید، تعداد کلیدهای کاندید R چندتاست؟

$$AB \rightarrow CDE, E \rightarrow BC$$

(مهندسی کامپیوتر - دولتی ۱۴۰۰)

$$4 \quad (۴) \quad 3 \quad (۳) \quad 2 \quad (۲) \quad 1 \quad (۱)$$

۴۳- در رابطه $R = (A, B, C, D, E, F)$ وابستگی‌های زیر برقرار است:

$$A \rightarrow F$$

$$B \rightarrow C$$

$$ABC \rightarrow E$$

در این رابطه چند سوپر کلید وجود دارد؟

$$8 \quad (۴) \quad 6 \quad (۳) \quad 3 \quad (۲) \quad 1 \quad (۱)$$

۴۴- فرض کنید در یک جدول $N \geq 3$ خصیصه داریم. در این جدول دو کلید کاندید وجود دارد. یک کلید

کاندید دارای دو خصیصه است و یک کلید کاندید دیگر دارای یک خصیصه. بین خصیصه‌های این دو

کلید همپوشانی وجود ندارد. تعداد کل سوپر کلیدها در این جدول کدام است؟ (مهندسی IT - دولتی ۱۴۰۰)

$$5 \times 2^{N-2} \quad (۴) \quad 5 \times 2^{N-3} \quad (۳) \quad 3 \times 2^{N-3} \quad (۲) \quad 3 \times 2^{N-2} \quad (۱)$$

۴۵- اگر $F = \{A \rightarrow B, (B, C) \rightarrow E\}$ مجموعه وابستگی‌های تابعی (یا FDهای) رابطه

$R(A, B, C, D, E)$ باشد، بر اساس قواعد استنتاج آرمسترانگ، کدام یک از FDهای زیر

در بستار مجموعه وابستگی‌های تابعی F (که با F^+ نمایش داده می‌شود) قرار دارد؟

(مهندسی IT - دولتی ۱۴۰۲)

$$B \rightarrow E \quad (۱)$$

$$(A, C) \rightarrow (B, E) \quad (۲)$$

$$(A, B) \rightarrow E \quad (۳)$$

$$A \rightarrow (B, E) \quad (۴)$$

۴۶- با توجه به مجموعه وابستگی‌های تابعی داده شده برای $r(A, B, C, D, E, F)$ ، کدام مورد

(مهندسی کامپیوتر - دولتی ۱۴۰۴)

درست است؟

$A \rightarrow BCD$
 $BC \rightarrow DE$
 $B \rightarrow D$
 $D \rightarrow A$

(۱) A ، کلید کاندیدا (Candidate key) است.

(۲) AF ، ابرکلید (Super key) است.

(۳) B ، صفت کلیدی است.

(۴) D ، صفت کلیدی است.

۴۷- با توجه به داده‌های جدول زیر، کدام وابستگی تابعی ممکن است وجود داشته باشد؟

(مهندسی کامپیوتر- دولتی ۱۴۰۴)

A	B	C
a1	b1	c1
a1	b1	c2
a2	b1	c1

(۱) $A \rightarrow B$

(۲) $A \rightarrow C$

(۳) $BC \rightarrow A$

(۴) $B \rightarrow AC$

۴۸- با توجه به جدول داده شده، کدام مورد نادرست است؟

(مهندسی IT- دولتی ۱۴۰۴)

A	B	C
1	2	3
4	3	2
2	2	3
3	1	2

(۱) B ممکن است وابسته تابعی به A باشد.

(۲) A ممکن است وابسته تابعی به B باشد.

(۳) C ممکن است وابسته تابعی به B باشد.

(۴) AB وابسته تابعی به C نیست.

پاسخ تست‌های فصل پنجم: وابستگی تابعی

۱- گزینه (۳) صحیح است.

به طور کلی دو مجموعه وابستگی تابعی F_1 و F_2 معادل هستند اگر و فقط اگر $F_1^+ = F_2^+$. ابتدا باید مجموعه وابستگی‌های مطرح شده مورد بررسی قرار گیرد. با کمی دقت می‌توان موارد زائد را حذف کرد، از آن‌جا که $X \rightarrow Y$ ، پس می‌توان Y را در سمت چپ از کنار X حذف کرد و به جای $(X, Y, Z) \rightarrow ABCD$ نوشت $(X, Z) \rightarrow ABCD$

$$\left. \begin{array}{l} XYZ \rightarrow ABCD \\ X \rightarrow Y \end{array} \right\} XZ \rightarrow ABCD$$

هم‌چنین چون $A \rightarrow B$ پس می‌توان B را در سمت راست وابستگی از کنار A حذف کرد و به جای $(X, Z) \rightarrow ACD$ نوشت $(X, Z) \rightarrow ACD$.

$$\left. \begin{array}{l} XZ \rightarrow ABCD \\ A \rightarrow B \end{array} \right\} XZ \rightarrow ACD$$

بنابراین داریم:

$$\{(X, Z) \rightarrow ACD, A \rightarrow B, X \rightarrow Y\}$$

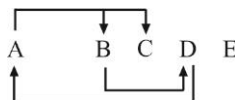
پرواضح است که مجموعه فوق، حاصل از حذف موارد زائد در مجموعه وابستگی‌های مطرح شده دقیقاً مطابق گزینه سوم است. سایر گزینه‌ها شرایط لازم برای معادل بودن با مجموعه داده شده را دارا نیستند.

۲- گزینه‌های (۱ و ۲) صحیح است.

وابستگی‌های زیر را برای جدول $R(A, B, C, D, E)$ داریم:

$$\begin{array}{l} A \rightarrow BC \\ B \rightarrow D \\ D \rightarrow A \end{array}$$

دیاگرام وابستگی‌های فوق به صورت زیر است:



گزینه سوم نادرست است. زیرا، ستون E در سمت راست هیچ یک از وابستگی‌های تابعی نیامده است، بنابراین ستون E حتماً عضو کلید کاندید باید باشد. با کمی بررسی در نمودار وابستگی‌ها، پرواضح است که ستون A ، ستون‌های B و C و به واسطه ستون B و رابطه تعدی، ستون A ، ستون D را هم می‌دهد. بنابراین ستون A ، صفت‌های B ، C و D را می‌دهد. پس از آن‌جا که A ، ستون‌های B ، C و D را می‌دهد و ستون E هم حتماً باید عضو کلید کاندید باشد، پس کلید کاندید این جدول تلقی می‌شود. از طرف دیگر چون وابستگی $D \rightarrow A$ برقرار است، و به تبع ستون A هم ستون‌های B و C را می‌دهد، می‌توان نتیجه گرفت که DE هم، کلید کاندید دیگری برای این

جدول است.

از طرفی دیگر هم، چون وابستگی $B \rightarrow D$ برقرار است و وابستگی $D \rightarrow A$ هم برقرار است و به تبع ستون A هم ستونهای B و C را می دهد، می توان نتیجه گرفت که BE کلید کاندید دیگری برای این جدول است. بنابراین جدول $R(A, B, C, D, E)$ ، دارای سه کلید کاندید AE، DE و BE می باشد و کلید کاندید دیگری هم ندارد.

با توجه به وابستگی های مطرح شده:

$$A \rightarrow BC$$

$$B \rightarrow D$$

$$D \rightarrow A$$

بستار کلیدهای کاندید AE، DE و BE به صورت زیر است:

$$\{AE\}^+ = \{A, E, B, C, D\}$$

$$\{DE\}^+ = \{D, E, A, B, C\}$$

$$\{BE\}^+ = \{B, E, D, A, C\}$$

بنابراین گزینه های اول و دوم درست هستند.

گزینه چهارم نادرست است. زیرا ADE ابرکلید است، اما کلید کاندید نیست، زیرا ADE، عضو زائدی مثل A یا D دارد، چون وجود دو ستون A و D به صورت با هم در ساخت یک کلید کاندید با توجه به وابستگی های مطرح شده، ضروری نیست و وجود هر یک به تنهایی به همراه ستون E، برای ساخت کلید کاندید، لازم و کافی است.

۳- گزینه (۲) صحیح است.

قوانین چهارگانه

به طور کلی **کلید کاندید** باید دو شرط زیر را داشته باشد:

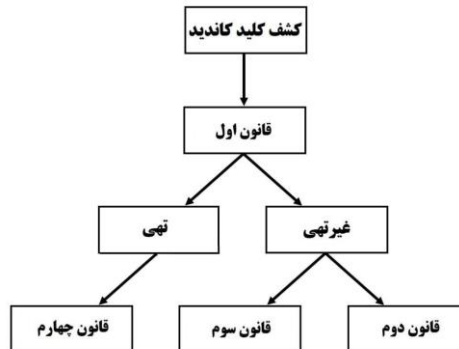
۱- ابرکلید باشد (خاصیت کلیدی داشته باشد) یعنی همه خصیصه ها را تولید کند.

۲- عضو زائد نداشته باشد.

به طور کلی **عضو کاندید** از روابط زیر به دست می آید:

توجه: ما نام این روابط را به عنوان مبدع آن «**قوانین استاد ارسطو خلیلی فر**» نام گذاری کردیم، این قوانین به «**قوانین چهارگانه**» نیز موسوم است. این قوانین در سال ۱۳۸۴ در اداره کل مالکیت فکری و معنوی و کتابخانه ملی ایران به **ثبت** رسیده است و توسط انتشارات بابان (راهیان ارشد و دکتری) و وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی **منتشر** شده است. این کتاب موفق به دریافت **جایزه کتاب سال ایران** در حوزه مهندسی کامپیوتر شده است. این قوانین، جایگزین مناسبی برای قواعد آرمسترانگ است و مستقل از راه حل های کلاسیک می تواند سوال را به نتیجه قطعی برساند.

نمودار فعالیت قوانین چهارگانه



قانون اول

روش اول:

اجتماع تمام خصیصه‌های سمت راست وابستگی‌های غیربدیهی - تمام خصیصه‌های جدول = عضو کلید کاندید

روش دوم:

$$\text{عضو کلید کاندید} = R - \bigcup_{i=1}^n [x_i \text{ (چپ)} - y_i \text{ (راست)}]$$

توجه: عبارت $[x_i \text{ (چپ)} - y_i \text{ (راست)}]$ به طور مستقل بر روی تک تک وابستگی‌ها انجام می‌گردد.

$$A \rightarrow BC \Rightarrow BC - A = BC$$

مثال:

توجه: استفاده از روش اول مستلزم گام ابتدایی حذف وابستگی‌های بدیهی است، اگر در حذف وابستگی‌های بدیهی دچار خطا می‌شوید، از روش دوم استفاده نمایید.

توجه: وابستگی بدیهی: اگر در یک وابستگی، بخش سمت راست، زیر مجموعه بخش سمت چپ باشد آن وابستگی را، وابستگی بدیهی می‌نامند.

$$AB \rightarrow A$$

مثال:

با توجه به وابستگی‌های مطرح شده داریم:

$$A \rightarrow B$$

$$B \rightarrow C$$

$$D \rightarrow E$$

$$H \rightarrow A$$

$$AB \rightarrow CDEH - ABCE = DH$$

بنابر رابطه فوق صفات DH حتماً باید عضو کلید کاندید باشد.

بستار صفات DH به صورت زیر است:

$$\{DH\}^+ = \{D, H, A, B, C\}$$

براساس بستار فوق، صفات DH، همه ستون‌ها را تولید می‌کند، پس صفات DH کلید کاندید می‌باشد.

قانون دوم

هرگاه عضو کلید کاندید، حاصل از تفاضل قانون اول (روش اول یا دوم) همه ستون‌ها را تولید کند، آن عضو کلید کاندید، تنها کلید کاندید جدول خواهد بود.
گزینه اول نادرست است. زیرا، عضو کلید کاندید DH را ندارد.
گزینه سوم نادرست است. زیرا، عضو کلید کاندید DH را ندارد.
گزینه چهارم نادرست است. زیرا، عضو زائد A را دارد، هر چند عضو کلید کاندید DH را دارد. صفات DH همه ستون‌ها را به تنهایی با استفاده از وابستگی‌های مطرح شده تولید می‌کنند، بنابراین صفت A، عضو زائد است. مجموعه صفات ADH در واقع ابرکلید است.

۴- گزینه (۳) صحیح است.

طراح محترم: در مباحث پایگاه داده، مفهومی، تحت عنوان وابستگی کاربردی وجود ندارد، بنابراین، عبارت وابستگی کاربردی به وابستگی تابعی باید اصلاح گردد.

قانون اول

با توجه به وابستگی‌های مطرح شده برای رابطه $R(A,B,C,D,E,F,G,H)$ داریم:

$$A \rightarrow BCD$$

$$AD \rightarrow E$$

$$EFG \rightarrow H$$

$$F \rightarrow GH$$

$$ABCDEFGHI - BCDEGH = AF$$

بنابر رابطه فوق صفات AF حتماً باید عضو کلید کاندید باشد.

بستار صفات AF به صورت زیر است:

$$\{AF\}^+ = \{A,F,B,C,D,E,G,H\}$$

براساس بستار فوق، صفات AF، همه ستون‌ها را تولید می‌کند، پس صفات AF کلید کاندید می‌باشد.

قانون دوم

هرگاه عضو کلید کاندید، حاصل از تفاضل قانون اول (روش اول یا دوم) همه ستون‌ها را تولید کند، آن عضو کلید کاندید، تنها کلید کاندید جدول خواهد بود.
مجدداً وابستگی‌های مطرح شده برای رابطه $R(A,B,C,D,E,F,G,H)$ را در نظر بگیرید:

$$A \rightarrow BCD$$

$$AD \rightarrow E$$

$$EFG \rightarrow H$$

$$F \rightarrow GH$$

حال اگر وابستگی $EFG \rightarrow H$ ، از مجموعه وابستگی‌ها حذف گردد، تأثیری در کلید کاندید رابطه R نخواهد داشت. زیرا صفت H در سمت راست وابستگی $EFG \rightarrow H$ توسط وابستگی $F \rightarrow GH$ تولید می‌گردد. در واقع بود و نبود وابستگی $EFG \rightarrow H$ در یافتن کلید کاندید رابطه R تأثیری نخواهد داشت. بنابراین بدون وابستگی $EFG \rightarrow H$ داریم:

$A \rightarrow BCD$

$AD \rightarrow E$

$F \rightarrow GH$

$ABCDEFGH - BCDEGH = AF$

بنابراین با حذف وابستگی $EFG \rightarrow H$ ، صفات AF ، هم چنان عضو کلید کاندید رابطه R خواهد بود. بستار صفات AF ، براساس وابستگی‌های فوق و بدون استفاده از وابستگی $EFG \rightarrow H$ ، به صورت زیر است:

$$\{AF\}^+ = \{A, F, B, C, D, E, G, H\}$$

براساس بستار فوق، صفات AF ، همه ستون‌ها را تولید می‌کند. پس صفات AF هم‌چنان کلید کاندید می‌باشد.

۵- گزینه (۱) صحیح است.

وابستگی‌های تابعی متناظر با نمودار مطرح شده به صورت زیر است:

$a \rightarrow b$

$a \rightarrow c$

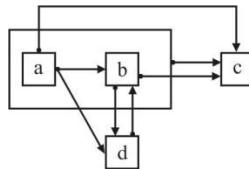
$b \rightarrow c$

$a \rightarrow d$

$b \rightarrow d$

$d \rightarrow b$

$ab \rightarrow c$



راه حل اول:

به دست آوردن مجموعه حداقل FD ها براساس قوانین زیر:

۱- سمت راست همه وابستگی‌ها توسط عمل تجزیه، تک خصیصه‌ای باشد.

۲- سمت چپ همه وابستگی‌ها در صورت امکان کمینه باشد.

۳- همه وابستگی‌های زائد حذف گردد.

وابستگی $ab \rightarrow c$ به دلیل وجود وابستگی $a \rightarrow b$ قابل تغییر به وابستگی $a \rightarrow c$ است.

در ادامه پس از حذف وابستگی‌های زائد داریم:

حذف وابستگی $a \rightarrow c$ به دلیل زیر:

$$\begin{cases} a \rightarrow b \\ b \rightarrow c \end{cases} \Rightarrow a \rightarrow c$$

حذف وابستگی $a \rightarrow d$ به دلیل زیر:

$$\begin{cases} a \rightarrow b \\ b \rightarrow d \end{cases} \Rightarrow a \rightarrow d$$

بنابراین مجموعه حداقل FD ها به صورت زیر است:

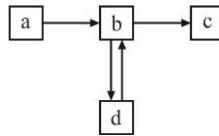
$a \rightarrow b$

$b \rightarrow c$

$b \rightarrow d$

$d \rightarrow b$

هم چنین نمودار وابستگی های مجموعه حداقل FD ها به صورت زیر است:



بنابراین وابستگی $b \rightarrow c$ مطرح شده در گزینه اول، متعلق به مجموعه حداقل FD ها است.

راه حل دوم: (حذف گزینه)

اگر وابستگی متعلق به مجموعه حداقل FD ها باشد، نباید توسط وابستگی های دیگر تولید گردد. گزینه اول درست است. زیرا، وابستگی $b \rightarrow c$ متعلق به مجموعه حداقل FD ها است، زیرا توسط وابستگی های دیگر قابل تولید نیست.

یعنی اگر صفت b را داشته باشیم، نمی توان از صفت b بدون استفاده از وابستگی $b \rightarrow c$ و با استفاده از وابستگی های دیگر به صفت c رسید. پُر واضح است که نمی شود.

گزینه دوم نادرست است. زیرا وابستگی $a \rightarrow c$ قابل حذف است، چون اگر وابستگی $a \rightarrow c$ حذف گردد، از صفت a توسط وابستگی های دیگر می توان به صفت c رسید، بنابراین وابستگی $a \rightarrow c$ زائد است.

$$\begin{cases} a \rightarrow b \\ b \rightarrow c \end{cases} \Rightarrow a \rightarrow c$$

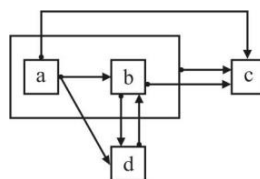
گزینه سوم نادرست است. زیرا، وابستگی $a \rightarrow b$ قابل حذف است، چون اگر وابستگی $a \rightarrow b$ حذف گردد، از صفت a توسط وابستگی های دیگر می توان به صفت d رسید. بنابراین وابستگی $a \rightarrow d$ زائد است.

$$\begin{cases} a \rightarrow b \\ b \rightarrow d \end{cases} \Rightarrow a \rightarrow d$$

گزینه چهارم نادرست است. زیرا، وابستگی $ab \rightarrow c$ به دلیل وجود وابستگی $a \rightarrow b$ قابل تغییر به وابستگی $a \rightarrow c$ می باشد و مطابق آنچه پیش از این گفتیم وابستگی $a \rightarrow c$ زائد است.

راه حل سوم: (با استفاده از نمودار)

نمودار مطرح شده را در نظر بگیرید:



گزینه اول درست است. زیرا، وابستگی $b \rightarrow c$ متعلق به مجموعه حداقل FD ها است، زیرا توسط مسیرهای دیگر قابل دسترسی نیست.

یعنی اگر مطابق نمودار فوق، مربع صفت b را داشته باشیم، هیچ مسیر دیگری به مربع صفت c وجود ندارد. گزینه دوم نادرست است. زیرا، وابستگی $a \rightarrow c$ قابل حذف است، چون اگر وابستگی $a \rightarrow c$ حذف گردد، از مربع صفت a توسط مسیر $a \rightarrow b \rightarrow c$ می توان به مربع صفت c دسترسی پیدا کرد. بنابراین وابستگی $a \rightarrow c$ زائد است.

گزینه سوم نادرست است. زیرا، وابستگی $a \rightarrow d$ قابل حذف است، چون اگر وابستگی $a \rightarrow d$ حذف گردد، از مربع صفت a توسط مسیر $a \rightarrow b \rightarrow d$ می‌توان به مربع صفت d دسترسی پیدا کرد. بنابراین وابستگی $a \rightarrow d$ زائد است.

گزینه چهارم نادرست است، زیرا، وابستگی $ab \rightarrow c$ قابل حذف است، چون اگر وابستگی $ab \rightarrow c$ حذف گردد، از مربع صفت a توسط مسیر $a \rightarrow b \rightarrow c$ می‌توان به مربع صفت c دسترسی پیدا کرد. بنابراین وابستگی $ab \rightarrow c$ زائد است.

۶- گزینه (۲) صحیح است.

وابستگی‌های مطرح شده به صورت زیر است:

$A \rightarrow B$
 $A \rightarrow C$
 $A \rightarrow E$
 $B \rightarrow C$
 $B \rightarrow E$
 $C \rightarrow E$

مجموعه حداقل FD ها براساس قوانین زیر ایجاد می‌گردد:

۱- سمت راست همه وابستگی‌ها توسط عمل تجزیه تک خصیصه‌ای باشد.

۲- سمت چپ همه وابستگی‌ها در صورت امکان کمینه باشد.

۳- همه وابستگی‌های زائد حذف گردد.

حذف وابستگی $A \rightarrow C$ به دلیل زیر:

$$\begin{cases} A \rightarrow B \\ B \rightarrow C \end{cases} \Rightarrow A \rightarrow C$$

حذف وابستگی $A \rightarrow E$ به دلیل زیر:

$$\begin{cases} A \rightarrow B \\ B \rightarrow E \end{cases} \Rightarrow A \rightarrow E$$

حذف وابستگی $B \rightarrow E$ به دلیل زیر:

$$\begin{cases} B \rightarrow C \\ C \rightarrow E \end{cases} \Rightarrow B \rightarrow E$$

بنابراین مجموعه حداقل FD ها به صورت زیر است:

$A \rightarrow B$
 $B \rightarrow C$
 $C \rightarrow E$

۷- گزینه (۳) صحیح است.

قانون اول

با توجه به وابستگی‌های مطرح شده برای رابطه $R(A, B, C, D, E, F)$ داریم:

$$AB \rightarrow C$$

$$DB \rightarrow E$$

$$C \rightarrow F$$

$$B \rightarrow CE$$

$$A \rightarrow BE$$

$$D \rightarrow C$$

$$ABCDEF - BCEF = AD$$

بنابر رابطه فوق صفات AD حتماً باید عضو کلید کاندید باشند. بستار صفات AD به صورت زیر است:

$$\{AD\}^+ = \{A, D, B, C, E, F\}$$

براساس بستار فوق، صفات AD، همه ستون‌ها را تولید می‌کند، پس صفات AD کلید کاندید می‌باشد.

قانون دوم

هرگاه عضو کلید کاندید حاصل از تفاضل قانون اول (روش اول یا دوم)، همه ستون‌ها را تولید کند، آن عضو کلید کاندید، تنها کلید کاندید جدول خواهد بود.

گزینه اول نادرست است. زیرا، عضو کلید کاندید AD را ندارد.

گزینه دوم نادرست است. زیرا، عضو کلید کاندید AD را ندارد.

گزینه سوم درست است. زیرا، عضو کلید کاندید AD، به تنهایی کلید کاندید است.

گزینه چهارم نادرست است. زیرا، عضو زائد B را دارد، هر چند عضو کلید کاندید AD را دارد. صفات AD همه ستون‌ها را به تنهایی با استفاده از وابستگی‌های مطرح شده تولید می‌کند، بنابراین صفت B، عضو زائد است. مجموعه صفات ABD در واقع ابرکلید است.

۸- گزینه (۲) صحیح است.

وابستگی‌های مطرح شده به صورت زیر است:

$$AC \rightarrow BD$$

$$B \rightarrow DE$$

$$A \rightarrow D$$

$$A \rightarrow C$$

$$BC \rightarrow E$$

$$D \rightarrow E$$

$$A \rightarrow E$$

مجموعه حداقل FD ها براساس قوانین زیر ایجاد می‌گردد:

۱- سمت راست همه وابستگی‌ها توسط عمل تجزیه، تک خصیصه‌ای باشد.

۲- سمت چپ همه وابستگی‌ها در صورت امکان کمینه باشد.

۳- همه وابستگی‌های زائد حذف گردد.

بنابراین، براساس قوانین فوق داریم:

- (1) $AC \rightarrow B$
- (2) $AC \rightarrow D$
- (3) $B \rightarrow D$
- (4) $B \rightarrow E$
- (5) $A \rightarrow D$
- (6) $A \rightarrow C$
- (7) $BC \rightarrow E$
- (8) $D \rightarrow E$
- (9) $A \rightarrow E$

وابستگی $AC \rightarrow B$ به دلیل وجود وابستگی $A \rightarrow C$ قابل تغییر به وابستگی $A \rightarrow B$ است.
وابستگی $AC \rightarrow D$ به دلیل وجود وابستگی $A \rightarrow C$ قابل تغییر به وابستگی $A \rightarrow D$ است و چون
وابستگی حاصل یعنی $A \rightarrow D$ تکراری است، این وابستگی حذف می‌گردد.

حذف وابستگی $BC \rightarrow E$ به دلیل زیر:

هدف رسیدن به صفت E است، از آنجا که صفت B در سمت راست وابستگی $BC \rightarrow E$ ، توسط
وابستگی $B \rightarrow E$ ، به تنهایی قادر به تولید صفت E است، پس صفت C در سمت چپ وابستگی
 $BC \rightarrow E$ زائد است و وابستگی $B \rightarrow E$ باقی می‌ماند و چون وابستگی حاصل یعنی $B \rightarrow E$ تکراری
است، این وابستگی حذف می‌گردد.

حذف وابستگی $A \rightarrow E$ به دلیل زیر:

$$\begin{cases} A \rightarrow D \\ D \rightarrow E \end{cases} \Rightarrow A \rightarrow E$$

حذف وابستگی $A \rightarrow D$ به دلیل زیر:

$$\begin{cases} A \rightarrow B \\ B \rightarrow D \end{cases} \Rightarrow A \rightarrow D$$

حذف وابستگی $B \rightarrow E$ به دلیل زیر:

$$\begin{cases} B \rightarrow D \\ D \rightarrow E \end{cases} \Rightarrow B \rightarrow E$$

بنابراین مجموعه حداقل FD ها به صورت زیر است:

- $A \rightarrow B$
 $B \rightarrow D$
 $A \rightarrow C$
 $D \rightarrow E$

۹- گزینه (۴) صحیح است.

وابستگی‌های مطرح شده به صورت زیر است:

$$A \rightarrow B$$

$$CD \rightarrow F$$

$$B \rightarrow D$$

$$B \rightarrow C$$

$$BE \rightarrow G$$

$$G \rightarrow F$$

$$AG \rightarrow B$$

{سؤال: آیا می‌توان از صفت B بدون استفاده از وابستگی $B \rightarrow G$ و با استفاده از وابستگی‌های دیگر به

$$\{B \rightarrow G\}^+ = \{G \text{ رسید؟}\}$$

$$\{B\}^+ = \{B, C, D\}$$

پاسخ: خیر، نمی‌توان رسید، زیرا خصیصه B با همراهی خصیصه E می‌تواند خصیصه G را تولید کند و به تنهایی قادر به این کار نیست. بنابراین گزینه اول نادرست است.

{سؤال: آیا می‌توان از صفت G بدون استفاده از وابستگی $G \rightarrow B$ و با استفاده از وابستگی‌های دیگر به

$$\{G \rightarrow B\}^+ = \{B \text{ رسید؟}\}$$

$$\{G\}^+ = \{G, F\}$$

پاسخ: خیر، نمی‌توان رسید، زیرا خصیصه G می‌تواند خصیصه F را تولید کند، اما خصیصه F در سمت چپ هیچ یک از وابستگی‌های تابعی نیامده است. بنابراین هیچ خصیصه دیگری را نمی‌تواند تولید کند. بنابراین گزینه دوم نادرست است.

{سؤال: آیا می‌توان از صفت G بدون استفاده از وابستگی $G \rightarrow D$ و با استفاده از وابستگی‌های دیگر به

$$\{G \rightarrow D\}^+ = \{D \text{ رسید؟}\}$$

$$\{G\}^+ = \{G, F\}$$

پاسخ: خیر، نمی‌توان رسید، زیرا خصیصه G می‌تواند خصیصه F را تولید کند، اما خصیصه F در سمت چپ هیچ یک از وابستگی‌های تابعی نیامده است. بنابراین هیچ خصیصه دیگری را نمی‌تواند تولید کند. بنابراین گزینه سوم نادرست است.

{سؤال: آیا می‌توان از صفت A بدون استفاده از وابستگی $A \rightarrow F$ و با استفاده از وابستگی‌های دیگر به

$$\{A \rightarrow F\}^+ = \{F \text{ رسید؟}\}$$

$$\{A\}^+ = \{A, B, C, D, \boxed{F}\}$$

پاسخ: بله، می‌توان رسید، روال زیر را در نظر بگیرید:

$$A \rightarrow B$$

$$\begin{cases} B \rightarrow C \\ B \rightarrow D \end{cases} \Rightarrow B \rightarrow CD$$

$$\begin{cases} B \rightarrow CD \\ CD \rightarrow F \end{cases} \Rightarrow B \rightarrow F$$

$$\begin{cases} A \rightarrow B \\ B \rightarrow F \end{cases} \Rightarrow A \rightarrow F$$

توجه: نیازی نیست، روال فوق را دنبال کنید، کافی است، با چشم، بر روی وابستگی‌های اصلی مطرح شده حرکت کنید. A خود را می‌دهد، A می‌دهد B را، B می‌دهد C و D را، C و D را داریم، پس می‌دهد F را، بنابراین از A به F بدون استفاده از وابستگی $A \rightarrow F$ رسیدیم، به همین سادگی، همین.

-۱۰

گزینه (۱) صحیح است.

قانون اول

با توجه به وابستگی‌های مطرح شده برای رابطه $R(x, y, z, w)$ داریم:

$$x \rightarrow z$$

$$y \rightarrow w$$

$$xyzw - zw = xy$$

بنابر رابطه فوق صفات xy حتماً باید عضو کلید کاندید باشد.

$$\{xy\}^+ = \{x, y, z, w\}$$

بستار صفات xy به صورت روبه‌رو است:

براساس بستار فوق، صفات xy همه ستون‌ها را تولید می‌کند، پس صفات xy کلید کاندید می‌باشد.

قانون دوم

هرگاه عضو کلید کاندید، حاصل از تفاضل قانون اول (روش اول یا دوم)، همه ستون‌ها را تولید کند، آن عضو کلید کاندید، تنها کلید کاندید جدول خواهد بود.

گزینه اول درست است. زیرا، عضو کلید کاندید xy به تنهایی کلید کاندید است.

گزینه دوم و چهارم نادرست است، زیرا، عضو کلید کاندید xy را ندارد. صفت x یا y به تنهایی خاصیت کلیدی ندارد. xy هر دو با هم عضو کلید کاندید هستند.

گزینه سوم نادرست است. زیرا، اعضاء زائد z و w را دارد، هر چند عضو کلید کاندید xy را دارد. صفات xy همه ستون‌ها را به تنهایی و با استفاده از وابستگی‌های مطرح شده تولید می‌کنند، بنابراین صفات z و w اعضا زائد هستند. مجموعه صفات $xyzw$ در واقع ابرکلید است.

-۱۱

گ

گزینه (۲) صحیح است.

طبق تعریف وابستگی بخشی (جزئی)، عبارت است از وابستگی یک عنصر غیرکلیدی به بخشی از کلید کاندید. از آن‌جا که مطابق صورت سؤال AB کلید اصلی (کاندید) است. پس $A \rightarrow CD$ وابستگی دو عنصر غیرکلیدی C و D به A که بخشی از کلید است، را نشان می‌دهد. بنابراین می‌توان دریافت که $A \rightarrow CD$ یک وابستگی بخشی (جزئی) تلقی می‌شود. سایر گزینه‌ها با تعریف وابستگی بخشی انطباق ندارد.

۱۲- گزینه (۱) صحیح است.

مطابق مفروضات مطرح شده در صورت سؤال، چون کلیه خصیصه‌های R وابستگی تابع کامل به A دارند، پس A حتماً کلید کاندید این رابطه است، اما این که حتماً کلید اصلی آن باشد مشخص نیست، زیرا انتخاب کلید اصلی بر عهده طراح بانک و براساس مورد کاربرد، از یکی از کلیدهای کاندید انتخاب می‌گردد.

۱۳- گزینه (۴) صحیح است.

قانون اول

با توجه به وابستگی‌های مطرح شده برای رابطه $R(A, B, C, D, E, H, K, L)$ داریم:

$$AB \rightarrow L$$

$$C \rightarrow H$$

$$CD \rightarrow E$$

$$EH \rightarrow B$$

$$K \rightarrow C$$

$$ABCDEHKL - BCEHL = ADK$$

بنابر رابطه فوق صفات ADK حتماً باید عضو کلید کاندید باشد.

بستار صفات ADK به صورت مقابل است:

$$\{ADK\}^+ = \{A, D, K, C, E, H, B, L\}$$

براساس بستار فوق، صفات ADK، همه ستون‌ها را تولید می‌کند، پس صفات ADK کلید کاندید می‌باشد.

قانون دوم

هرگاه عضو کلید کاندید، حاصل از تفاضل قانون اول (روش اول یا دوم)، همه ستون‌ها را تولید کند، آن عضو کلید کاندید، تنها کلید کاندید جدول خواهد بود.

گزینه اول نادرست است. زیرا، عضو کلید کاندید ADK را ندارد.

گزینه دوم نادرست است. زیرا، عضو کلید کاندید ADK را ندارد.

گزینه سوم نادرست است. زیرا، اعضا زائد B و H را دارد، هر چند عضو کلید کاندید ADK را دارد، صفات ADK همه ستون‌ها را به تنهایی و با استفاده از وابستگی‌های مطرح شده تولید می‌کنند، بنابراین صفات B و H، اعضا زائد هستند. مجموعه صفات ABDHK در واقع ابرکلید است

گزینه چهارم درست است. زیرا، عضو کلید کاندید ADK، به تنهایی کلید کاندید است.

۱۴- گزینه (۲) صحیح است.

قانون اول

با توجه به وابستگی‌های مطرح شده برای رابطه $ST(S\#, T\#, Date, Time, Code)$ و اعلام $(S\#, T\#)$ به عنوان کلید کاندید از طرف طراح سؤال، داریم:

$$S\#, T\# \rightarrow Date$$

$$S\#, T\# \rightarrow Time$$

$$S\#, T\# \rightarrow Code$$

$$Code \rightarrow T\#$$

$$S\# \cancel{T\#} \cancel{Date} \cancel{Time} \cancel{Code} - T\# \cancel{Date} \cancel{Time} \cancel{Code} = S\#$$

بنابر رابطه فوق صفت $S\#$ حتماً باید عضو کلید کاندید باشد. بستار صفت $S\#$ به صورت زیر است:

$$\{S\# \}^+ = \{S\# \}$$

براساس بستار فوق، صفت $S\#$ ، فقط ستون $S\#$ را تولید می‌کند، پس صفت $S\#$ فقط عضو کلید کاندید

می باشد و کلید کاندید نمی باشد.

قانون سوم

هرگاه عضو کلید کاندید، حاصل از تفاضل قانون اول، برخی از ستون ها را تولید کند، بدین معنی است که، جدول مورد نظر، چندین کلید کاندید دارد، که این عضو کلید کاندید، در بین تمامی کلیدهای کاندید، به طور مشترک قرار دارد، بنابراین صفات دیگری نیز، باید عضو کلید کاندید را همراهی کنند تا کلید کاندید ایجاد گردد.

همچنین مطابق این قانون، صفاتی که توسط عضو کلید کاندید، قابل دسترسی هستند، در کلید کاندید جایگاهی نخواهند داشت.

با کمی دقت و بررسی، پُر واضح است که اگر صفت $T\#$ در کنار عضو کلید $S\#$ قرار بگیرد، همکاری صفات $(S\#, T\#)$ می تواند، همه ستون ها را تولید کند، بنابراین مطابق آنچه در صورت سؤال هم آمده است، $(S\#, T\#)$ یک کلید کاندید این جدول است.

بستار صفات $(S\#, T\#)$ به صورت زیر است:

$$\{S\#, T\#\}^+ = \{S\#, T\#, \text{Date}, \text{Time}, \text{Code}\}$$

براساس بستار فوق، صفات $(S\#, T\#)$ ، همه ستون ها را تولید می کنند، پس صفات $(S\#, T\#)$ کلید کاندید است.

توجه: دقت کنید که هیچ گاه، کلید کاندید نباید عضو زائد داشته باشد.

هم چنین از آن جا که $\text{Code} \rightarrow T\#$. پس می توان ترکیب دو خصیصه $(S\#, \text{Code})$ را هم کلید کاندید دیگری برای این جدول تلقی کرد. چون وقتی $(S\#, T\#)$ کلید کاندید است و همه ستون ها را تولید می کند، پس $(S\#, \text{Code})$ هم کلید کاندید است و همه ستون ها را تولید می کند، زیرا در نهایت طبق وابستگی $\text{Code} \rightarrow T\#$ ، صفت Code ، صفت $T\#$ را می دهد و $(S\#, \text{Code})$ به $(S\#, T\#)$ تبدیل می گردد.

بستار صفات $(S\#, \text{Code})$ به صورت زیر است:

$$\{S\#, \text{Code}\}^+ = \{S\#, \text{Code}, T\#, \text{Date}, \text{Time}\}$$

براساس بستار فوق، صفات $(S\#, \text{Code})$ ، همه ستون ها را تولید می کنند، پس صفات $(S\#, \text{Code})$ کلید کاندید است.

توجه: دقت کنید که هیچ گاه، کلید کاندید نباید عضو زائد داشته باشد. بنابراین رابطه داده شده در مجموع دارای دو کلید کاندید است، که مطابق قانون سوم عضو کلید کاندید $S\#$ در بین هر دو کلید کاندید به طور مشترک قرار دارد.

توجه: طراح بانک، کلید کاندید $(S\#, T\#)$ را با رسم خط، به عنوان کلید اصلی انتخاب کرده است، بنابراین کلید کاندید $(S\#, \text{Code})$ به عنوان کلید فرعی تلقی می گردد. این نتیجه مهم بود.

$$\{S\#, T\#\} \cap \{S\#, \text{Code}\} = \{S\# \}$$

۱۵- گزینه (۱) صحیح است.

گزینه اول نادرست است. زیرا، وابستگی های مطرح شده به صورت زیر است:

$AB \rightarrow C$
 $D \rightarrow AE$
 $AF \rightarrow C$
 $EF \rightarrow GA$

{سؤال: آیا می توان از صفات AD با استفاده از وابستگی های فوق به صفت C رسید؟}

$$\{AD \rightarrow C\}^+ = \{AD\}^+ = \{A, D, E\}$$

پاسخ: خیر، نمی توان رسید. زیرا A، A را می دهد و D، D را می دهد و D، A و E را می دهد و کار تمام می شود. به بیان دیگر، وابستگی تابعی $AD \rightarrow C$ قابل استنتاج از وابستگی های تابعی داده شده در گزینه اول نیست.

گزینه دوم درست است. زیرا، وابستگی های مطرح شده به صورت زیر است:

$AB \rightarrow C$
 $D \rightarrow AE$
 $AE \rightarrow C$
 $EF \rightarrow GA$

{سؤال: آیا می توان از صفات DF با استفاده از وابستگی های فوق به صفت G رسید؟}

$$\{DF \rightarrow G\}^+ = \{DF\}^+ = \{D, F, A, E, \boxed{G}\}$$

پاسخ: بله، می توان رسید، زیرا D، D را می دهد، F، F را می دهد و D، A و E را می دهد و E و F هم G و A را می دهد.

راه حل کلاسیک:

$$\left. \begin{array}{l} D \rightarrow AE \Rightarrow D \rightarrow E \\ EF \rightarrow GA \end{array} \right\} \Rightarrow DF \rightarrow GA \Rightarrow DF \rightarrow G$$

گزینه سوم درست است. زیرا، وابستگی های مطرح شده به صورت زیر است:

$X \rightarrow Y$
 $YZ \rightarrow W$

{سؤال: آیا می توان از صفات XZ با استفاده از وابستگی های فوق به صفت W رسید؟}

$$\{XZ \rightarrow W\}^+ = \{XZ\}^+ = \{X, Z, Y, \boxed{W}\}$$

پاسخ: بله، می توان رسید، زیرا X، X را می دهد و Z، Z را می دهد و Y، X را می دهد و Y و Z هم W را می دهد.

راه حل کلاسیک:

$$\left. \begin{array}{l} X \rightarrow Y \\ YZ \rightarrow W \end{array} \right\} \Rightarrow XZ \rightarrow W$$

گزینه چهارم درست است. زیرا، وابستگی های مطرح شده به صورت زیر است:

$X \rightarrow Y$
 $Y \rightarrow Z$
 $X \rightarrow W$

{سؤال: آیا می توان از صفات XZ با استفاده از وابستگی های فوق به صفت W رسید؟}

$$\{XZ \rightarrow W\}^+ = \{XZ\}^+ = \{X, Z, Y, \boxed{W}\}$$

پاسخ: بله، می‌توان رسید، زیرا X ، X را می‌دهد و Z ، Z را می‌دهد و W ، W را می‌دهد.

راه حل کلاسیک:

$$\begin{cases} X \rightarrow Y \\ Y \rightarrow Z \end{cases} \Rightarrow X \rightarrow Z$$

$$\begin{cases} X \rightarrow Z \\ X \rightarrow W \end{cases} \Rightarrow XZ \rightarrow W$$

۱۶- گزینه (۲) صحیح است.

قانون اول

با توجه به وابستگی‌های مطرح شده برای رابطه $R(A, B, C, D, E, F, G, H)$ داریم:

$$\begin{aligned} ABC &\rightarrow DE \\ G &\rightarrow DE \\ E &\rightarrow F \\ H &\rightarrow E \\ F &\rightarrow G \\ ABCDEFGH - DEFG &= ABCH \end{aligned}$$

بنابر رابطه فوق صفات $ABCH$ حتماً باید عضو کلید کاندید باشند. بستر صفات $ABCH$ به صورت زیر است:

$$\{ABCH\}^+ = \{A, B, C, H, D, E, F, G\}$$

براساس بستر فوق، صفات $ABCH$ ، همه ستون‌ها را تولید می‌کند، پس صفات $ABCH$ کلید کاندید می‌باشد.

قانون دوم

هرگاه عضو کلید کاندید، حاصل از تفاضل قانون اول (روش اول یا دوم)، همه ستون‌ها را تولید کند، آن عضو کلید کاندید، تنها کلید کاندید جدول خواهد بود.
گزینه اول نادرست است. زیرا، عضو کلید کاندید $ABCH$ را ندارد.
گزینه دوم درست است. زیرا، عضو کلید کاندید $ABCH$ ، به تنهایی کلید کاندید است.
گزینه سوم نادرست است. زیرا، عضو کلید کاندید $ABCH$ را ندارد.
گزینه چهارم نادرست است. زیرا، عضو کلید کاندید $ABCH$ را ندارد.

۱۷- گزینه (۳) صحیح است.

طبق تعریف، وابستگی یک عنصر غیرکلیدی به یک عنصر غیرکلیدی دیگر وابستگی انتقالی، وابستگی یک عنصر غیرکلیدی به کلید کاندید، وابستگی تابعی کامل و وابستگی یک عنصر غیرکلیدی به بخشی از کلید کاندید، وابستگی بخشی خوانده می‌شود.

گزینه اول نادرست است. زیرا، $AB \rightarrow C$ ، وابستگی تابعی کامل است.
گزینه دوم نادرست است. زیرا، $A \rightarrow DEH$ ، وابستگی بخشی است.
گزینه سوم درست است. زیرا $D \rightarrow EH$ ، وابستگی انتقالی است.
گزینه چهارم نادرست است. زیرا، $B \rightarrow D$ ، وابستگی بخشی است.

۱۸- گزینه (۴) صحیح است.

مثال: جدول $R(a,b,c,d)$ را با وابستگی‌های زیر در نظر بگیرید:

$$a \rightarrow b$$

$$b \rightarrow c$$

قانون اول

با توجه به وابستگی‌های مطرح شده برای رابطه $R(a,b,c,d)$ داریم:

$$ab \not\rightarrow d - bc = ad$$

بنابر رابطه فوق صفات ad حتماً باید عضو کلید کاندید باشد. بستار صفات ad به صورت زیر است:

$$\{ad\}^+ = \{a,d,b,c\}$$

براساس بستار فوق، صفات ad ، همه ستون‌ها را تولید می‌کند، پس صفات ad کلید کاندید می‌باشد.

قانون دوم

هرگاه عضو کلید کاندید، حاصل از تفاضل قانون اول (روش اول یا دوم)، همه ستون‌ها را تولید کند، آن عضو کلید کاندید، تنها کلید کاندید جدول خواهد بود. یک کلید کاندید وجود دارد که کلید اصلی هم خواهد بود و بدون کلید فرعی. در یک قاعده کلی، صفات سمت راست وابستگی‌های غیربدیهی، جزء کلید کاندید (اصلی) نخواهند بود.

حال گزاره مطرح شده را در نظر بگیرید:

$$\forall X \subseteq U \forall A \in U : X \rightarrow A \in F^+ \wedge A \notin X$$

شرط گزاره

گزاره فوق بدین معنی است که X زیر مجموعه‌ای از صفات U است و A صفتی از صفات U است.

حال اگر مطابق شرط $X \rightarrow A \in F^+$ بدین معنی که زیر مجموعه صفاتی، صفت A را بدهد، بدین معنی است که A به X وابستگی تابعی دارد. شرط بعدی یعنی $A \notin X$ بیان می‌کند که A متعلق به X نباشد، چون در این صورت وابستگی بدیهی ایجاد می‌کند. مانند $ab \rightarrow b$ که ab صفت b را می‌دهد و b زیر مجموعه ab هست. بنابراین منظور از عبارت $X \rightarrow A \in F^+ \wedge A \notin X$ وابستگی‌هایی است که بدیهی نباشد.

مانند وابستگی‌های غیربدیهی زیر برای $R(a,b,c,d)$ به عبارت دیگر غیربدیهی باشند.

$$\begin{matrix} X & A \\ a & \rightarrow b \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} X & A \\ b & \rightarrow c \end{matrix}$$

همان‌طور که پیش از این بیان شد، کلید کاندید جدول فوق ad می‌باشد، که صورت سوال، کلید کاندید را K نامگذاری کرده است.

$$ad \equiv k$$

پرواضح است که صفات b و c جزء کلید کاندید (اصلی) نیستند. زیرا در یک قاعده کلی صفات سمت راست وابستگی‌های غیربدیهی، جزء کلید کاندید (اصلی) نخواهند بود.

گزینه اول نادرست است. زیرا، $X \subset K$ (به معنی هر زیر مجموعه‌ای از صفات جدول R ، با نام X زیر

مجموعه کلید کاندید است) همواره برقرار نیست.

$$b \text{ ad}$$

مثال: $X \not\subseteq K$ ، یعنی b زیر مجموعه ad نیست.

گزینه دوم نادرست است، زیرا $X \not\subseteq K$ (به معنی هر زیر مجموعه‌ای از صفات جدول R با نام X ، زیر مجموعه کلید کاندید نیست) همواره برقرار نیست.

$$a \text{ ad}$$

مثال: $X \not\subseteq K$ ، یعنی a زیر مجموعه ad نیست.

گزینه سوم نادرست است. زیرا، اگر جدولی مطابق آنچه گفتیم، فقط یک کلید کاندید داشته باشد، امکان ندارد، صفات سمت راست وابستگی‌ها جزء کلید کاندید (اصلی) جدول باشد. بنابراین گزینه چهارم درست است.

۱۹- گزینه (۲) صحیح است.

مجموعه‌ی پوششی A (یعنی مجموعه‌ی تمام صفت‌هایی که با A قابل دسترسی‌اند) عبارت است از:

$$\{A\}^* = \{A, B, C, D\}$$

ملاحظه می‌شود که فقط صفت E در مجموعه‌ی فوق نیست پس A و E به همراه هم کلیدند.

قانون اول

با توجه به وابستگی‌های مطرح شده برای رابطه $R(A, B, C, D, E)$ داریم:

$$A \rightarrow B$$

$$AB \rightarrow CD$$

$$D \rightarrow ABC$$

$$ABCD \rightarrow E$$

بنابر رابطه فوق صفت E حتماً باید عضو کلید کاندید باشد. بستار صفت E به صورت زیر است:

$$\{E\}^+ = \{E\}$$

براساس بستار فوق، صفت E ، فقط ستون E را تولید می‌کند، پس صفت E فقط عضو کلید کاندید می‌باشد و کلید کاندید نمی‌باشد.

قانون سوم

هرگاه عضو کلید کاندید، حاصل از تفاضل قانون اول (روش اول یا دوم)، برخی از ستون‌ها را تولید کند، بدین معنی است که، جدول موردنظر، چندین کلید کاندید دارد، که این عضو کلید کاندید، در بین تمامی کلیدهای کاندید، به طور مشترک قرار دارد، بنابراین صفات دیگری نیز، باید عضو کلید کاندید را همراهی کنند تا کلید کاندید ایجاد گردد.

همچنین مطابق این قانون، صفاتی که توسط عضو کلید کاندید، قابل دسترسی هستند، در کلید کاندید جایگاهی نخواهند داشت.

با کمی دقت و بررسی، پُر واضح است که اگر صفت A در کنار عضو کلید کاندید E قرار بگیرد، همکاری صفات (A و E) می‌تواند، همه ستون‌ها را تولید کند، بنابراین صفات AE کلید کاندید جدول R خواهد بود. بستار صفات AE به صورت زیر است:

$$\{AE\}^+ = \{A, E, B, C, D\}$$

براساس بستار فوق، صفات AE، همه ستون‌ها را تولید می‌کنند، پس صفات AE، کلید کاندید است.

توجه: دقت کنید که هیچ‌گاه، کلید کاندید نباید عضو زائد داشته باشد.

همچنین از آن‌جا که $D \rightarrow A$ ، پس می‌توان ترکیب دو خصیصه (D, E) را هم کلید کاندید دیگری برای این جدول تلقی کرد.

چون وقتی (A, E) کلید کاندید است و همه ستون‌ها را تولید می‌کند، پس (D, E) هم کلید کاندید است و همه ستون‌ها را تولید می‌کند، زیرا در نهایت طبق وابستگی $D \rightarrow A$ ، صفت D، صفت A را می‌دهد و (D, E) به (A, E) تبدیل می‌گردد.

بستار صفات (D, E) به صورت زیر است:

$$\{D, E\}^+ = \{D, E, A, B, C\}$$

براساس بستار فوق، صفات (D, E)، همه ستون‌ها را تولید می‌کنند، پس صفات (D, E) کلید کاندید است.

توجه: دقت کنید که هیچ‌گاه، کلید کاندید نباید عضو زائد داشته باشد. بنابراین رابطه داده شده، در مجموع، دارای دو کلید کاندید است که مطابق قانون سوم، عضو کلید کاندید E در بین هر دو کلید کاندید به طور مشترک قرار دارد.

گزینه اول نادرست است زیرا، عضو کلید کاندید E را ندارد.

گزینه دوم درست است. زیرا، صفات AE کلید کاندید جدول R است.

گزینه سوم نادرست است. زیرا، عضو کلید کاندید E را ندارد.

گزینه چهارم نادرست است. زیرا، عضو کلید کاندید E را ندارد.

$$\{AE\} \cap \{DE\} = \{E\}$$

۲۰- گزینه (۱) صحیح است.

با توجه به نمودار FD داده شده، وابستگی‌های زیر تعریف شده‌اند:

- × (1) $M \rightarrow N$
- × (2) $M \rightarrow O$
- × (3) $M \rightarrow P$
- ✓ (4) $N \rightarrow O$
- ✓ (5) $N \rightarrow P$
- ✓ (6) $P \rightarrow N$
- × (7) $MN \rightarrow O$

می‌توان دید که وابستگی (7) از روی وابستگی‌های (2) و (4) قابل نتیجه‌گیری است، پس می‌توان وابستگی (7) را کنار گذاشت. بنابراین گزینه دوم نادرست است.

هم‌چنین وابستگی (2) از روی وابستگی‌های (1) و (4) به دست می‌آید، پس وابستگی (2) را نیز کنار می‌گذاریم. بنابراین گزینه چهارم نادرست است.

وابستگی (3) نیز از روی وابستگی‌های (1) و (5) به دست می‌آید، پس وابستگی (3) را نیز کنار می‌گذاریم. بنابراین گزینه سوم نادرست است.
وابستگی (1) نیز از روی وابستگی‌های (3) و (6) به دست می‌آید. پس وابستگی (1) را نیز کنار می‌گذاریم.
توجه: وقتی یک وابستگی، کنار گذاشته می‌شود، به معنی عدم استفاده از آن نیست، زیرا توسط وابستگی‌های دیگر مجدداً قابل تولید است. بنابراین می‌توان از آن استفاده نمود.
وابستگی‌های باقیمانده (یعنی مجموعه‌ی حداقل‌ها) به صورت زیر خواهد بود.

$$(4) \quad N \rightarrow O$$

$$(5) \quad N \rightarrow P$$

$$(6) \quad P \rightarrow N$$

۲۱- گزینه (۲) صحیح است.

با توجه به سه وابستگی تابعی اول (از سمت چپ)، مشاهده می‌شود که از بین صفت‌های A و B و C با داشتن هر کدام می‌توان مقدار دوتای دیگر را تعیین کرد. هم‌چنین با توجه به دو وابستگی تابعی آخر، مشاهده می‌شود که با داشتن هر یک از صفات D و E می‌توان دیگری را به دست آورد.
برای ساختن یک ابرکلید باید از بین سه صفت A و B و C حداقل یکی و از بین دو صفت D و E نیز حداقل یکی را انتخاب کرد. برای انتخاب حداقل یک صفت از بین سه صفت A و B و C یا باید یکی از آن‌ها را انتخاب کنیم یا دو تا یا سه تا را. تعداد حالات ممکن برای انتخاب حداقل یک صفت از بین سه صفت A و B و C برابر است با:

$$\binom{3}{1} + \binom{3}{2} + \binom{3}{3} = 7$$

به طور مشابه، تعداد حالات ممکن برای انتخاب حداقل یک صفت از بین دو صفت D و E برابر است با:

$$\binom{2}{1} + \binom{2}{2} = 3$$

بنابراین:

$$7 \times 3 = 21 = \text{تعداد ابرکلیدهای ممکن}$$

برای ساختن یک کلید کاندید، باید از بین سه صفت A و B و C دقیقاً یک صفت و از بین دو صفت D و E نیز دقیقاً یک صفت انتخاب کنیم. تعداد حالات ممکن برابر خواهد بود با:

$$\binom{3}{1} \times \binom{2}{1} = 3 \times 2 = 6 = \text{تعداد کلیدهای کاندید ممکن}$$

۲۲- گزینه (۱) صحیح است.

از آن‌جا که حرف A در سمت راست هیچ یک از وابستگی‌های تابعی وجود ندارد. بنابراین حرف A حتماً جزئی از کلید کاندید است. بنابراین $\{A, \dots\}$ کلید کاندید است.

قانون اول

با توجه به وابستگی‌های مطرح شده برای رابطه $R(A, B, C, D, E)$ داریم:

$$A \rightarrow B \ C$$

$$CD \rightarrow E$$

$$\square \rightarrow D$$

$$ABCD E - BCDE = A$$

بنابر رابطه فوق صفت A حتماً باید عضو کلید کاندید باشد. بنابراین گزاره I درست است. بستار صفت A به صورت زیر است:

$$\{A\}^+ = \{A, B, C, \dots\}$$

توجه: چند نقطه (...) برای این است که نمی‌دانیم سمت چپ وابستگی $\square \rightarrow D$ چیست. اما آنچه که پر واضح است، این است که کلید کاندید تحت هیچ شرایطی شامل صفات B و C نخواهد بود، زیرا توسط صفت A، به عنوان عضو کلید کاندید قابل تولید است. بنابراین گزاره II درست و گزاره III نادرست است. در نهایت مشخص می‌شود که گزینه اول درست است.

۲۳- گزینه (۴) صحیح است.

توجه: گزینه چهارم، همان قانون اول و دوم می‌باشد.

جدول $R = (A, B, C, D, E, H)$ با وابستگی‌های $F = \{A \rightarrow B, B \rightarrow C, D \rightarrow E, H \rightarrow A\}$ را در نظر بگیرید: مطابق رابطه گزینه چهارم داریم:

$$V - \bigcup_{i=1}^n (y_i - x_i)$$

$$y_1 - x_1 = A \rightarrow B \Rightarrow B - A = B$$

$$y_2 - x_2 = B \rightarrow C \Rightarrow C - B = C$$

$$y_3 - x_3 = D \rightarrow E \Rightarrow E - D = E$$

$$y_4 - x_4 - H \rightarrow A \Rightarrow A - H = A$$

بنابراین عبارت $\bigcup_{i=1}^n (y_i - x_i)$ در یک مجموعه وابستگی تابعی، صفاتی که سمت راست وابستگی‌های

تابعی هستند و جزء دترمینان‌ها (سمت چپ رابطه) نیستند را می‌دهد. سپس عبارت $V - \bigcup_{i=1}^n (y_i - x_i)$ این صفات را از مجموعه صفات حذف می‌کند. صفاتی که از مجموعه V باقی می‌مانند، عضو کلید کاندید رابطه خواهند بود.

$$(A, B, C, D, E, H) - (ABCE) = DH$$

بنابر رابطه فوق صفات DH باید عضو کلید کاندید باشد.

بستار صفات DH به صورت زیر است:

$$\{DH\}^+ = \{D, H, E, A, B, C\}$$

براساس بستار فوق، صفات DH، همه ستون‌ها را تولید می‌کند، پس صفات DH کلید کاندید می‌باشد.

قانون دوم

هرگاه عضو کلید کاندید حاصل از تفاضل قانون اول (روش اول یا دوم) همه ستون‌ها را تولید کند، آن

عضو کلید کاندید، تنها کلید کاندید جدول خواهد بود.

۲۴- گزینه (۱) صحیح است.

قانون اول

با توجه به وابستگی‌های مطرح شده برای رابطه $R(A, B, C, D, E, F, G, H, I, J)$ داریم:

$$ABD \rightarrow EG$$

$$C \rightarrow DG$$

$$E \rightarrow FG$$

$$I \rightarrow H$$

$$H \rightarrow J$$

$$AB \rightarrow C$$

$$G \rightarrow F$$

$$ABCDEF GHIJ - CDEFGHJ = ABI$$

بنابر رابطه فوق صفات ABI حتماً باید عضو کلید کاندید باشد. بستر صفات ABI به صورت زیر است:

$$\{ABI\}^+ = \{A, B, I, C, H, D, G, E, F, J\}$$

براساس بستر فوق، صفات ABI، همه ستون‌ها را تولید می‌کند، پس صفات ABI کلید کاندید می‌باشد.

قانون دوم

هرگاه عضو کلید کاندید حاصل از تفاضل قانون اول (روش اول یا دوم)، همه ستون‌ها را تولید کند، آن عضو کلید کاندید، تنها کاندید جدول خواهد بود.

گزینه اول درست است. زیرا، عضو کلید کاندید ABI، به تنهایی کلید کاندید است.

گزینه دوم نادرست است. زیرا، عضو کلید کاندید ABI را ندارد.

گزینه سوم نادرست است. زیرا، عضو کلید کاندید ABI را ندارد.

گزینه چهارم نادرست است. زیرا، عضو زائد D را دارد، هر چند عضو کلید کاندید ABI را دارد.

صفات ABI، همه ستون‌ها را به تنهایی با استفاده از وابستگی‌های مطرح شده تولید می‌کند، بنابراین صفت D، عضو زائد است. مجموعه صفات ABDI در واقع ابرکلید است.

۲۵- گزینه (۳) صحیح است.

با کمی بررسی می‌توان دید که رابطه‌ی داده شده، با توجه به وابستگی‌های تابعی آن، دو کلید کاندید دارد: DC و ABC. (توجه کنید که کلید کاندید باید کمینه باشد یعنی زیر مجموعه‌ی محضی از صفات آن، کلید نباشد) برای به دست آوردن ابرکلیدها، باید به هر یک از دو کلید کاندید فوق، صفر یا بیش‌تر از صفت‌های دیگر را اضافه کرد. بنابراین باید به کلید کاندید DC، صفر، یک، دو یا سه مورد از صفت‌های دیگر (E, B, A) اضافه کرد. برای این کار ۸ حالت، وجود دارد:

$$\binom{3}{0} + \binom{3}{1} + \binom{3}{2} + \binom{3}{3} = 2^3 = 8$$

به طور مشابه، باید به کلید کاندید ABC، صفر، یک یا دو صفت از بین صفت‌های دیگر (E, D) اضافه کرد.

برای این کار 4 حالت وجود دارد:

$$\binom{2}{0} + \binom{2}{1} + \binom{2}{2} = 2^2 = 4$$

ترکیب اول: هیچ یا ترکیبی از صفات باقی مانده + کلید کاندید = DC ابرکلید

DC +	A B E	ترکیبات صفات باقی مانده	ابرکلیدها
	0 0 0	تهی	DC
	0 0 1	E	DCE
	0 1 0	B	DCB
	0 1 1	BE	DCBE
	1 0 0	A	DCA
	1 0 1	AE	DCAE
	1 1 0	AB	DCAB
	1 1 1	ABE	DCABE

توجه: واضح است که 8 ابرکلید، ایجاد می‌گردد. (2^3)

ترکیب دوم: هیچ یا ترکیبی از صفات باقیمانده + کلید کاندید = ABC ابرکلید

ABC +	E D	ترکیبات صفات باقی مانده	ابرکلیدها
	0 0	تهی	ABC
	0 1	D	ABCD
	1 0	E	ABCE
	1 1	ED	ABCED

توجه: واضح است که 4 ابرکلید، ایجاد می‌گردد. (2^2)

بنابراین حاصل جمع ابرکلیدها 12 عدد خواهد بود، که از این مجموعه حاصل، ابرکلیدهای ABCDE و ABCD در دو مجموعه تکراری هستند، بنابراین با کنار گذاشتن ابرکلیدهای تکراری، در نهایت 10 ابرکلید خواهیم داشت. به همین سادگی.

۲۶- گزینه (۱) صحیح است.

راه حل اول: کلاسیک

گزینه اول: برقرار نیست، چون از روی E و C نمی‌توان به D رسید.

گزینه دوم درست است، چون $E \rightarrow C$ ، پس واضح است که $AE \rightarrow C$.

گزینه سوم درست است.

چون صفت سمت راست $\rightarrow$ زیر مجموعه صفات سمت چپ $\rightarrow$ است. (وابستگی بدیهی)

گزینه چهارم درست است، چون از دو وابستگی اول و دوم به دست می‌آید. $AC \rightarrow D$.

راه حل دوم: وابستگی‌های مطرح شده به صورت زیر است:

$$A \rightarrow B$$

$$BC \rightarrow D$$

$$E \rightarrow C$$

گزینه اول درست است، زیرا:

{سؤال: آیا می‌توان از صفات CE با استفاده از وابستگی‌های فوق به صفت D رسید؟}

$$\{CE \rightarrow D\}^+ = \{CE\}^+ = \{C, E\}$$

پاسخ: خیر نمی‌توان رسید، زیرا، صفات CE، C و E را می‌دهد و کار تمام می‌شود.

گزینه دوم نادرست است، زیرا:

{سؤال: آیا می‌توان از صفات AE با استفاده از وابستگی‌های فوق به صفت C رسید؟}

$$\{AE \rightarrow C\}^+ = \{AE\}^+ = \{A, E, B, C, D\}$$

پاسخ: بله می‌توان رسید، زیرا، صفات AE، A و E را می‌دهد. A، B را می‌دهد و E، C را می‌دهد و BC را داریم پس D را هم می‌دهد.

گزینه سوم نادرست است. زیرا، وابستگی بدیهی است و واضح است که حتماً BC، B را تولید می‌کند.

گزینه چهارم نادرست است. زیرا:

{سؤال: آیا می‌توان از صفات AC با استفاده از وابستگی‌های فوق به صفت D رسید؟}

$$\{AC \rightarrow D\}^+ = \{C\}^+ = \{A, C, B, \underline{D}\}$$

پاسخ: بله می‌توان رسید، زیرا AC، A و C را تولید می‌کند. A، B را می‌دهد، BC را داریم، پس D را هم می‌دهد.

۲۷- گزینه (۲) صحیح است.

رابطه $A \rightarrow C$ را می‌توان از روی روابط $A \rightarrow B$ و $B \rightarrow C$ به دست آورد، پس افزونه است.

۲۸- گزینه (۴) صحیح است.

از روی وابستگی تابعی $C \rightarrow AB$ می‌توان نتیجه گرفت، $C \rightarrow A$ و $C \rightarrow B$.

از $C \rightarrow B$ و $B \rightarrow D$ می‌توان نتیجه گرفت: $C \rightarrow D$.

از $C \rightarrow A$ و $C \rightarrow D$ نتیجه می‌گیریم: $C \rightarrow AD$.

از $C \rightarrow AD$ و $AD \rightarrow E$ نتیجه می‌گیریم: $C \rightarrow E$.

۲۹- گزینه (۱) صحیح است.

ابتدا وابستگی‌های تابعی را بازنویسی می‌کنیم. طوری که سمت راست هر وابستگی فقط یک صفت باشد:

$$(1) A \rightarrow B$$

$$(2) A \rightarrow C$$

$$(3) A \rightarrow D$$

$$(4) A \rightarrow K$$

$$(5) K \rightarrow C$$

$$(6) B \rightarrow D$$

$$(7) BC \rightarrow D$$

دیده می‌شود که با داشتن وابستگی (6) می‌توان وابستگی (7) را نتیجه گرفت پس وابستگی (7) اضافی است و باید حذف شود.

هم چنین از وابستگی های (1) و (6) می توان وابستگی (3) را نتیجه گرفت پس وابستگی (3) اضافی است و حذف می شود. به طور مشابه، از وابستگی های (4) و (5) می توان وابستگی (2) را نتیجه گرفت پس وابستگی (2) اضافی است و باید حذف شود. بنابراین، وابستگی های زیر باقی می ماند:

$$(1) A \rightarrow B \quad (4) A \rightarrow K \quad (5) K \rightarrow C \quad (6) B \rightarrow D$$

۳۰- گزینه (۴) صحیح است.

{سؤال: آیا می توان از صفت A با استفاده از وابستگی های زیر به صفت C رسید؟}

$$\{A \rightarrow C\}^+ =$$

$$A \rightarrow B$$

$$AB \rightarrow C$$

$$\{A\}^+ = \{A, B, \boxed{C}\}$$

پاسخ: بله، می توان رسید، A خود را می دهد، A، B را می دهد و AB را داریم، پس C را می دهد. بنابراین گزینه اول درست است.

{سؤال: آیا می توان از صفات AC با استفاده از وابستگی های زیر به صفت D رسید؟}

$$\{AC \rightarrow D\}^+ =$$

$$A \rightarrow B$$

$$BC \rightarrow D$$

$$\{AC\}^+ = \{A, C, B, \boxed{D}\}$$

پاسخ: بله، می توان رسید، A و C خود را می دهند، A، B را می دهد و BC را داریم، پس D را می دهد. بنابراین گزینه دوم درست است.

{سؤال: آیا می توان از صفات AC با استفاده از وابستگی های زیر به صفات BD رسید؟}

$$\{AC \rightarrow BD\}^+ =$$

$$A \rightarrow B$$

$$AC \rightarrow D$$

$$\{AC\}^+ = \{A, C, B, D\}$$

پاسخ: بله، می توان رسید، A و C خود را می دهند، A، B را می دهد و AC را داریم، پس D را می دهد. بنابراین گزینه سوم درست است.

{سؤال: آیا می توان از صفت A با استفاده از وابستگی های زیر به صفت D رسید؟}

$$\{A \rightarrow D\}^+ =$$

$$AB \rightarrow BC$$

$$C \rightarrow D$$

$$\{A\}^+ = \{A\}$$

پاسخ: خیر، نمی توان رسید، A خودش را می دهد و کار تمام می شود.

۳۱- گزینه (۲) صحیح است.

به راحتی می توان مجموعه پوششی هر یک از مجموعه صفات داده شده را محاسبه کرد.

$$\begin{aligned} \{A\}^* &= \{A\}, \{C\}^* = \{A, B, C, D, E\}, \{AC\}^* = \{A, B, C, D, E\} \\ \{AD\}^* &= \{A, D, E\}, \{AB\}^* = \{A, B, C, D, E\}, \{CD\}^* = \{A, B, C, D, E\} \end{aligned}$$

مشاهده می شود که تمام صفات از C, AC, AB و CD قابل دسترسی اند. پس این مجموعه از صفات ابرکلید هستند. CD ابرکلید است، اما کلید کاندید نیست زیرا صفت D عضو زائد است، چون صفت C به تنهایی همه ستون ها را تولید می کند. همچنین AC ابرکلید است، اما کلید کاندید نیست زیرا صفت A عضو زائد است چون صفت C به تنهایی همه ستون ها را تولید می کند. C و AB ابرکلید هستند و کلید کاندید هم هستند چون عضو زائد ندارند.

قانون اول

با توجه به وابستگی های مطرح شده برای رابطه $R(A, B, C, D, E)$ داریم:

$$AB \rightarrow C$$

$$C \rightarrow A$$

$$C \rightarrow BD$$

$$D \rightarrow E$$

$$ABCD E - ABCDE = \text{تهی}$$

قانون چهارم

هرگاه عضو کلید کاندید، حاصل از تفاضل قانون اول (روش اول یا دوم)، تهی گردد، بدین معنی است که، جدول فوق چندین کلید کاندید دارد، که هیچ عضو کلید کاندید مشترکی، بین تمامی کلیدهای کاندید آن وجود ندارد. بنابراین باید کلید کاندید با بررسی دقیق بر روی مجموعه وابستگی کشف گردد.

$$\{C\}^+ = \{A, B, C, D, E\}$$

بر اساس بستر فوق، صفت C ، همه ستون ها را بدون عضو زائد تولید می کند، پس صفت C ، کلید کاندید می باشد.

$$\{AB\}^+ = \{A, B, C, D, E\}$$

بر اساس بستر فوق، صفات AB ، همه ستون ها را بدون عضو زائد تولید می کند، پس صفات AB ، کلید کاندید می باشد.

توجه: همان طور که مشاهده می شود، مطابق قانون چهارم، هیچ عضو کلید کاندید مشترکی، بین تمامی کلیدهای کاندید فوق وجود ندارد.

$$\{C\} \cap \{AB\} = \{ \}$$

۳۲- گزینه (۱) صحیح است.

قانون اول

با توجه به وابستگی های مطرح شده برای رابطه $R(A, B, C, D, E)$ داریم:

$$A \rightarrow BC$$

$$CD \rightarrow E$$

$$B \rightarrow D$$

$$E \rightarrow A$$

$$ABCDE - ABCDE = \text{تهی}$$

قانون چهارم

هرگاه عضو کلید کاندید، حاصل از تفاضل قانون اول (روش اول یا دوم)، تهی گردد، بدین معنی است که، جدول فوق چندین کلید کاندید دارد، که هیچ عضو کلید کاندید مشترکی، بین تمامی کلیدهای کاندید آن وجود ندارد. بنابراین باید کلید کاندید با بررسی دقیق بر روی مجموعه وابستگی کشف گردد.

$$\{B\}^+ = \{B, D\}$$

براساس بستار فوق، صفت B، فقط ستونهای B و D را تولید می کند، پس صفت B، کلید کاندید نمی باشد. بنابراین گزینه اول پاسخ سوال خواهد بود.

$$\{A\}^+ = \{A, B, C, D, E\}$$

براساس بستار فوق، صفت A، همه ستونها را بدون عضو زائد تولید می کند، پس صفت A، کلید کاندید می باشد.

$$\{E\}^+ = \{E, A, B, C, D\}$$

براساس بستار فوق، صفت E، همه ستونها را بدون عضو زائد تولید می کند، پس صفت E، کلید کاندید می باشد.

$$\{BC\}^+ = \{B, C, D, E, A\}$$

براساس بستار فوق، صفات BC، همه ستونها را بدون عضو زائد تولید می کند، پس صفات BC، کلید کاندید می باشد.

$$\{CD\}^+ = \{C, D, E, A, B\}$$

براساس بستار فوق، صفات CD، همه ستونها را بدون عضو زائد تولید می کند، پس صفات CD، کلید کاندید می باشد.

توجه: همان طور که مشاهده می شود، مطابق قانون چهارم، هیچ عضو کلید کاندید مشترکی، بین تمامی کلیدهای کاندید فوق وجود ندارد.

$$\{A\} \cap \{E\} \cap \{BC\} \cap \{CD\} = \{ \}$$

۳۳- گزینه (۲) صحیح است.

قانون اول

با توجه به وابستگی های مطرح شده برای رابطه $R(A, B, C, D, E)$ داریم:

$$(A, B) \rightarrow C$$

$$B \rightarrow D$$

$$(D, E) \rightarrow C$$

$$ABCDE - CD = ABE$$

بنابر رابطه فوق صفات ABE حتماً باید عضو کلید کاندید باشد. بستار صفات ABE به صورت زیر است:

$$\{ABE\}^+ = \{A, B, E, C, D\}$$

براساس بستار فوق، صفات ABE، همه ستون‌ها را تولید می‌کند، پس صفات ABE کلید کاندید می‌باشد.

قانون دوم

هرگاه عضو کلید کاندید حاصل از تفاضل قانون اول (روش اول یا دوم)، همه ستون‌ها را تولید کند، آن عضو کلید کاندید، تنها کلید کاندید جدول خواهد بود.

گزینه اول نادرست است. زیرا، عضو کلید کاندید ABE را ندارد.

گزینه دوم درست است. زیرا، عضو کلید کاندید ABE، به تنهایی کلید کاندید است.

گزینه سوم نادرست است. زیرا، عضو زائد C را دارد، هر چند عضو کلید کاندید ABE را دارد. صفات ABE همه ستون‌ها را به تنهایی با استفاده از وابستگی‌های مطرح شده تولید می‌کند، بنابراین صفت C، عضو زائد است. مجموعه صفات ABCE در واقع ابرکلید است.

گزینه چهارم نادرست است. زیرا، عضو زائد D را دارد، هر چند عضو کلید کاندید ABE را دارد. صفات ABE همه ستون‌ها را به تنهایی با استفاده از وابستگی‌های مطرح شده تولید می‌کند، بنابراین صفت D، عضو زائد است. مجموعه صفات ABDE در واقع ابرکلید است.

۳۴- گزینه (۴) صحیح است.

قانون اول

با توجه به وابستگی‌های مطرح شده برای رابطه $R(A, B, C, D)$ داریم:

$$AB \rightarrow CD$$

$$D \rightarrow B$$

$$ABCD - BCD = A$$

بنابر رابطه فوق صفت A حتماً باید عضو کلید کاندید باشد. بستار صفت A به صورت زیر است:

$$\{A\}^+ = \{A\}$$

براساس بستار فوق، صفت A، فقط ستون A را تولید می‌کند، پس صفت A فقط عضو کلید کاندید می‌باشد و کلید کاندید نمی‌باشد.

قانون سوم

هرگاه عضو کلید کاندید، حاصل از تفاضل قانون اول (روش اول یا دوم)، برخی از ستون‌ها را تولید کند، بدین معنی است که، جدول موردنظر، چندین کلید کاندید دارد، که این عضو کلید کاندید، در بین تمامی کلیدهای کاندید، به طور مشترک قرار دارد، بنابراین صفات دیگری نیز، باید عضو کلید کاندید را همراهی کنند تا کلید کاندید ایجاد گردد.

همچنین مطابق این قانون، صفاتی که توسط عضو کلید کاندید، قابل دسترسی هستند، در کلید کاندید جایگاهی نخواهند داشت.

با کمی دقت و بررسی، پُر واضح است که اگر صفت B در کنار عضو کلید کاندید A قرار بگیرد، همکاری صفات (A و B) می‌تواند، همه ستون‌ها را تولید کند، بنابراین صفات AB کلید کاندید جدول R خواهد بود. بستار صفات AB به صورت زیر است:

$$\{AB\}^+ = \{A, B, C, D\}$$

براساس بستار فوق، صفات AB، همه ستون‌ها را تولید می‌کنند، پس صفات AB، کلید کاندید است.

توجه: دقت کنید که هیچ‌گاه، کلید کاندید نباید عضو زائد داشته باشد.

همچنین از آن‌جا که $D \rightarrow B$ ، پس می‌توان ترکیب دو خصیصه (A, D) را هم کلید کاندید دیگری برای این جدول تلقی کرد.

چون وقتی (A, B) کلید کاندید است و همه ستون‌ها را تولید می‌کند، پس (A, D) هم کلید کاندید است و همه ستون‌ها را تولید می‌کند، زیرا در نهایت طبق وابستگی $D \rightarrow B$ ، صفت D، صفت B را می‌دهد و (A, D) به (A, B) تبدیل می‌گردد.

بستار صفات AD به صورت زیر است:

$$\{A, D\}^+ = \{A, D, B, C\}$$

براساس بستار فوق، صفات (A, D) ، همه ستون‌ها را تولید می‌کنند، پس صفات (A, D) کلید کاندید است.

توجه: دقت کنید که هیچ‌گاه، کلید کاندید نباید عضو زائد داشته باشد. بنابراین رابطه داده شده، در مجموع، دارای دو کلید کاندید است که مطابق قانون سوم، عضو کلید کاندید A در بین هر دو کلید کاندید به طور مشترک قرار دارد.

گزینه اول نادرست است زیرا، عضو کلید کاندید A را ندارد.

گزینه دوم نادرست است. زیرا، صفات AD هم کلید کاندید جدول R است.

گزینه سوم نادرست است. زیرا، صفات AB هم کلید کاندید جدول R است.

گزینه چهارم درست است. زیرا، صفات AB و AD هر دو کلیدهای کاندید جدول R هستند.

$$\{AB\} \cap \{AD\} = \{A\}$$

۳۵- گزینه (۲) صحیح است.

قانون اول

با توجه به وابستگی‌های مطرح شده برای رابطه $R(A, B, C, D, E, F)$ داریم:

$$A \rightarrow BCD$$

$$BC \rightarrow DE$$

$$B \rightarrow D$$

$$D \rightarrow A$$

$$ABCDEF - ABCDE = F$$

بنابر رابطه فوق صفت F حتماً باید عضو کلید کاندید باشد. بستار صفات F به صورت زیر است:

$$\{F\}^+ = \{F\}$$

براساس بستار فوق، صفت F، فقط ستون F را تولید می‌کند، پس صفت F فقط عضو کلید کاندید می‌باشد و کلید کاندید نمی‌باشد.

قانون سوم

هرگاه عضو کلید کاندید، حاصل از تفاضل قانون اول (روش اول یا دوم)، برخی از ستون‌ها را تولید کند،

بدین معنی است که، جدول موردنظر، چندین کلید کاندید دارد، که این عضو کلید کاندید، در بین تمامی کلیدهای کاندید، به طور مشترک قرار دارد، بنابراین صفات دیگری نیز، باید عضو کلید کاندید را همراهی کنند تا کلید کاندید ایجاد گردد.

همچنین مطابق این قانون، صفاتی که توسط عضو کلید کاندید، قابل دسترسی هستند، در کلید کاندید جایگاهی نخواهند داشت.

با کمی دقت و بررسی، پُر واضح است که اگر صفت A در کنار عضو کلید کاندید F قرار بگیرد، همکاری صفات (A و F) می‌تواند، همه ستون‌ها را تولید کند، بنابراین صفات AF کلید کاندید جدول R خواهد بود. بستار صفات AF به صورت زیر است:

$$\{AF\}^+ = \{A, F, B, C, D, E\}$$

براساس بستار فوق، صفات AF، همه ستون‌ها را تولید می‌کنند، پس صفات AF، کلید کاندید است.

توجه: دقت کنید که هیچ‌گاه، کلید کاندید نباید عضو زائد داشته باشد.

همچنین از آن‌جا که $D \rightarrow A$ ، پس می‌توان ترکیب دو خصیصه (D, F) را هم کلید کاندید دیگری برای این جدول تلقی کرد.

چون وقتی (A, F) کلید کاندید است و همه ستون‌ها را تولید می‌کند، پس (D, F) هم کلید کاندید است و همه ستون‌ها را تولید می‌کند، زیرا در نهایت طبق وابستگی $D \rightarrow A$ ، صفت D، صفت A را می‌دهد و (D, F) به (A, F) تبدیل می‌گردد.

بستار صفات (D, F) به صورت زیر است:

$$\{D, F\}^+ = \{D, F, A, B, C, E\}$$

براساس بستار فوق، صفات (D, F)، همه ستون‌ها را تولید می‌کنند، پس صفات (D, F) کلید کاندید است. **توجه:** دقت کنید که هیچ‌گاه، کلید کاندید نباید عضو زائد داشته باشد.

همچنین از آن‌جا که $B \rightarrow D$ ، پس می‌توان ترکیب دو خصیصه (B, F) را هم کلید کاندید دیگری برای این جدول تلقی کرد.

چون وقتی (D, F) کلید کاندید است و همه ستون‌ها را تولید می‌کند، پس (B, F) هم کلید کاندید است و همه ستون‌ها را تولید می‌کند، زیرا در نهایت طبق وابستگی $B \rightarrow D$ ، صفت B، صفت D را می‌دهد و (B, F) به (D, F) تبدیل می‌گردد.

بستار صفات (B, F) به صورت زیر است:

$$\{B, F\}^+ = \{B, F, D, A, C, E\}$$

براساس بستار فوق، صفات (B, F)، همه ستون‌ها را تولید می‌کنند، پس صفات (B, F) کلید کاندید است. **توجه:** دقت کنید که هیچ‌گاه، کلید کاندید نباید عضو زائد داشته باشد. بنابراین رابطه داده شده، در مجموع، دارای سه کلید کاندید است که مطابق قانون سوم، عضو کلید کاندید F در بین هر سه کلید کاندید به طور مشترک قرار دارد.

$$\{AF\} \cap \{DF\} \cap \{BF\} = \{F\}$$

۳۶- گزینه (۲) صحیح است.

قانون اول

با توجه به وابستگی‌های مطرح شده برای رابطه $R(A,B,C,D,E)$ داریم:

$$A \rightarrow BC$$

$$CD \rightarrow E$$

$$B \rightarrow D$$

$$E \rightarrow A$$

$$AB\bar{C}D\bar{E} - ABCDE = \text{تهی}$$

قانون چهارم

هرگاه عضو کلید کاندید، حاصل از تفاضل قانون اول (روش اول یا دوم)، تهی گردد، بدین معنی است که، جدول فوق چندین کلید کاندید دارد، که هیچ عضو کلید کاندید مشترکی، بین تمامی کلیدهای کاندید آن وجود ندارد. بنابراین باید کلید کاندید با بررسی دقیق بر روی مجموعه وابستگی کشف گردد.

$$\{B\}^+ = \{B,D\}$$

براساس بستار فوق، صفت B، فقط ستون‌های B و D را تولید می‌کند، پس صفت B، کلید کاندید نمی‌باشد. بنابراین گزینه دوم پاسخ سوال خواهد بود.

$$\{A\}^+ = \{A,B,C,D,E\}$$

براساس بستار فوق، صفت A، همه ستون‌ها را بدون عضو زائد تولید می‌کند، پس صفت A، کلید کاندید می‌باشد.

در ادامه به شکل بازگشتی جهت کشف مابقی کلیدهای کاندید داریم:

صفت E، ستون A را تولید می‌کند. پس صفت E کلید کاندید است، به صورت زیر:

$$\{E\}^+ = \{E,A,B,C,D\}$$

براساس بستار فوق، صفت E، همه ستون‌ها را بدون عضو زائد تولید می‌کند، پس صفت E، کلید کاندید می‌باشد.

صفات CD، ستون E را تولید می‌کند. پس صفات CD کلید کاندید است، به صورت زیر:

$$\{CD\}^+ = \{C,D,E,A,B\}$$

براساس بستار فوق، صفات CD، همه ستون‌ها را بدون عضو زائد تولید می‌کند، پس صفات CD، کلید کاندید می‌باشد.

صفت B، ستون D را تولید می‌کند. پس صفات CB کلید کاندید است، به صورت زیر:

$$\{CB\}^+ = \{C,B,D,E,A\}$$

براساس بستار فوق، صفات CB، همه ستون‌ها را بدون عضو زائد تولید می‌کند، پس صفات CB، کلید کاندید می‌باشد.

توجه: همان‌طور که مشاهده می‌شود، مطابق قانون چهارم، هیچ عضو کلید کاندید مشترکی، بین تمامی کلیدهای کاندید فوق وجود ندارد.

۳۷- گزینه (۳) صحیح است.

مجموعه‌ی پوششی A (یعنی مجموعه‌ی تمام صفت‌هایی که با A قابل دسترسی‌اند) عبارت است از:

$$\{A\}^* = \{A, B, C, D\}$$

ملاحظه می‌شود که فقط صفت E در مجموعه‌ی فوق نیست پس A و E به همراه هم کلیدند.

قانون اول

با توجه به وابستگی‌های مطرح شده برای رابطه $R(A, B, C, D, E)$ داریم:

$$A \rightarrow B$$

$$AB \rightarrow CD$$

$$D \rightarrow ABC$$

$$ABCD \rightarrow E - ABCD = E$$

بنابر رابطه فوق صفت E حتماً باید عضو کلید کاندید باشد. بستار صفت E به صورت زیر است:

$$\{E\}^+ = \{E\}$$

براساس بستار فوق، صفت E ، فقط ستون E را تولید می‌کند، پس صفت E فقط عضو کلید کاندید می‌باشد و کلید کاندید نمی‌باشد.

قانون سوم

هرگاه عضو کلید کاندید، حاصل از تفاضل قانون اول (روش اول یا دوم)، برخی از ستون‌ها را تولید کند، بدین معنی است که، جدول موردنظر، چندین کلید کاندید دارد، که این عضو کلید کاندید، در بین تمامی کلیدهای کاندید، به طور مشترک قرار دارد، بنابراین صفات دیگری نیز، باید عضو کلید کاندید را همراهی کنند تا کلید کاندید ایجاد گردد.

همچنین مطابق این قانون، صفاتی که توسط عضو کلید کاندید، قابل دسترسی هستند، در کلید کاندید جایگاهی نخواهند داشت.

براساس بستار فوق، صفت E به عنوان عضو کلید کاندید همه ستون‌ها را تولید نمی‌کند، بنابراین مطابق قانون سوم باید صفاتی در کنار صفت E قرار گیرد تا کلید کاندید تولید گردد. این صفات کناری از صفات باقی مانده به غیر از صفات E انتخاب می‌گردند، صفات باقی مانده عبارتند از D و C و B و A البته از این مجموعه صفات C و B را هم کنار می‌گذاریم، زیرا کمکی در تولید صفات دیگر نمی‌کنند. چون در سمت چپ هیچ یک از وابستگی‌های تابعی به تنهایی نیامده‌اند. بنابراین با ترکیب صفات A یا D با صفت E کلیدهای کاندید تولید می‌گردند.

$$\{AE\}^+ = \{A, E, B, C, D\}$$

$$\{DE\}^+ = \{D, E, A, B, C\}$$

پس ترکیبات صفات AE و DE کلیدهای کاندید جدول R هستند.

به بیان دیگر با کمی دقت و بررسی، پُر واضح است که اگر صفت A در کنار عضو کلید کاندید E قرار بگیرد، همکاری صفات $(A$ و $E)$ می‌تواند، همه ستون‌ها را تولید کند، بنابراین صفات AE کلید کاندید جدول R خواهد بود.

بستار صفات AE به صورت زیر است:

$$\{AE\}^+ = \{A, E, B, C, D\}$$

براساس بستر فوق، صفات AE، همه ستون‌ها را تولید می‌کنند، پس صفات AE، کلید کاندید است.
توجه: دقت کنید که هیچ‌گاه، کلید کاندید نباید عضو زائد داشته باشد.
 همچنین از آن‌جا که $D \rightarrow A$ ، پس می‌توان ترکیب دو خصیصه (D, E) را هم کلید کاندید دیگری برای این جدول تلقی کرد.
 چون وقتی (A, E) کلید کاندید است و همه ستون‌ها را تولید می‌کند، پس (D, E) هم کلید کاندید است و همه ستون‌ها را تولید می‌کند، زیرا در نهایت طبق وابستگی $D \rightarrow A$ ، صفت D، صفت A را می‌دهد و (D, E) به (A, E) تبدیل می‌گردد.
 بستر صفات (D, E) به صورت زیر است:

$\{DE\}^+ = \{D, E, A, B, C\}$
 براساس بستر فوق، صفات (D, E)، همه ستون‌ها را تولید می‌کنند، پس صفات (D, E) کلید کاندید است.
توجه: دقت کنید که هیچ‌گاه، کلید کاندید نباید عضو زائد داشته باشد. بنابراین رابطه داده شده، در مجموع، دارای دو کلید کاندید است که مطابق قانون سوم، عضو کلید کاندید E در بین هر دو کلید کاندید به طور مشترک قرار دارد.
 گزینه اول نادرست است زیرا، عضو کلید کاندید E را ندارد.
 گزینه دوم نادرست است. زیرا، عضو کلید کاندید E را ندارد.
 گزینه سوم درست است. زیرا، صفات AE کلید کاندید جدول R است.
 گزینه چهارم نادرست است. زیرا، کلیدهای کاندید فقط و فقط AE و DE هستند. به بیان دیگر بستر BE
 $\{B, E\}^+ = \{B, E\}$
 همه ستون‌ها رو تولید نمی‌کند:
 $\{AE\} \cap \{DE\} = \{E\}$

۳۸- گزینه (۲) صحیح است.

قانون اول

با توجه به وابستگی‌های مطرح شده برای رابطه $R(A, B, C, D, E)$ داریم:

$$AB \rightarrow C$$

$$CD \rightarrow E$$

$$DE \rightarrow B$$

$$AB \cap CDE - BCE = AD$$

بنابر رابطه فوق صفات AD حتماً باید عضو کلید کاندید باشد. بستر صفات AD به صورت زیر است:

$$\{AD\}^+ = \{A, D\}$$

براساس بستر فوق، صفات AD، فقط ستون‌های A و D را تولید می‌کند، پس صفات AD فقط عضو کلید کاندید می‌باشد و کلید کاندید نمی‌باشد.

قانون سوم

هرگاه عضو کلید کاندید، حاصل از تفاضل قانون اول (روش اول یا دوم)، برخی از ستون‌ها را تولید کند، بدین معنی است که، جدول موردنظر، چندین کلید کاندید دارد، که این عضو کلید کاندید، در بین تمامی

کلیدهای کاندید، به طور مشترک قرار دارد، بنابراین صفات دیگری نیز، باید عضو کلید کاندید را همراهی کنند تا کلید کاندید ایجاد گردد.

همچنین مطابق این قانون، صفاتی که توسط عضو کلید کاندید، قابل دسترسی هستند، در کلید کاندید جایگاهی نخواهند داشت.

بر اساس بستر فوق، صفات AD به عنوان عضو کلید کاندید همه ستون‌ها را تولید نمی‌کند، بنابراین مطابق قانون سوم باید صفاتی در کنار صفات AD قرار گیرد تا کلید کاندید تولید گردد. این صفات کناری از صفات باقی مانده به غیر از صفات AD انتخاب می‌گردند، صفات باقی مانده عبارتند از E و C و B که از این مجموعه هیچ صفت دیگری را کنار نمی‌گذاریم، زیرا در تولید صفات دیگر کمک می‌کنند. بنابراین با ترکیب صفات E و C و B با صفات AD کلیدهای کاندید تولید می‌گردند.

$$\{ADE\}^+ = \{A, D, E, B, C\}$$

$$\{ADC\}^+ = \{A, D, C, E, B\}$$

$$\{ADB\}^+ = \{A, D, B, C, E\}$$

پس ترکیبات صفات ADE و ADC و ADB کلیدهای کاندید جدول R هستند. به بیان دیگر با کمی دقت و بررسی، پُر واضح است که اگر صفت E در کنار عضو کلید کاندید AD قرار بگیرد، همکاری صفات (A و D و E) می‌تواند، همه ستون‌ها را تولید کند، بنابراین صفات ADE کلید کاندید جدول R خواهد بود. بستر صفات ADE به صورت زیر است:

$$\{ADE\}^+ = \{A, D, E, B, C\}$$

بر اساس بستر فوق، صفات ADE، همه ستون‌ها را تولید می‌کنند، پس صفات ADE، کلید کاندید است. **توجه:** دقت کنید که هیچ‌گاه، کلید کاندید نباید عضو زائد داشته باشد. در ادامه به شکل بازگشتی جهت کشف مابقی کلیدهای کاندید داریم: همچنین از آن‌جا که $CD \rightarrow E$ ، پس می‌توان ترکیب سه خصیصه (A, D, C) را هم کلید کاندید دیگری برای این جدول تلقی کرد. چون وقتی (A, D, E) کلید کاندید است و همه ستون‌ها را تولید می‌کند، پس (A, D, C) هم کلید کاندید است و همه ستون‌ها را تولید می‌کند، زیرا در نهایت طبق وابستگی $CD \rightarrow E$ ، صفات CD، صفت E را می‌دهد و (A, D, C) به (A, D, E) تبدیل می‌گردد. بستر صفات (A, D, C) به صورت زیر است:

$$\{ADC\}^+ = \{A, D, C, E, B\}$$

بر اساس بستر فوق، صفات (A, D, C)، همه ستون‌ها را تولید می‌کنند، پس صفات (A, D, C) کلید کاندید است.

توجه: دقت کنید که هیچ‌گاه، کلید کاندید نباید عضو زائد داشته باشد. همچنین از آن‌جا که $AB \rightarrow C$ ، پس می‌توان ترکیب سه خصیصه (A, D, B) را هم کلید کاندید دیگری برای این جدول تلقی کرد.

چون وقتی (A, D, C) کلید کاندید است و همه ستون‌ها را تولید می‌کند، پس (A, D, B) هم کلید کاندید

است و همه ستون‌ها را تولید می‌کند، زیرا در نهایت طبق وابستگی $AB \rightarrow C$ ، صفات AB، صفت C را می‌دهد و (A,D,B) به (A,D,C) تبدیل می‌گردد. بستار صفات (A,D,B) به صورت زیر است:

$$\{ADB\}^+ = \{A,D,B,C,E\}$$

براساس بستار فوق، صفات (A,D,B) ، همه ستون‌ها را تولید می‌کنند، پس صفات (A,D,B) کلید کاندید است.

توجه: دقت کنید که هیچ‌گاه، کلید کاندید نباید عضو زائد داشته باشد. بنابراین رابطه داده شده، در مجموع، دارای سه کلید کاندید است که مطابق قانون سوم، عضو کلید کاندید AD در بین هر سه کلید کاندید به طور مشترک قرار دارد.

ترکیب اول: هیچ یا ترکیبی از صفات باقی مانده + کلید کاندید ADE = ابرکلید

A D E +	BC	ترکیبات صفات باقی مانده	ابرکلیدها
	0 0	تهی	A D E
	0 1	C	A D E C
	1 0	B	A D E B
	1 1	B C	A D E B C

توجه: واضح است که 4 ابرکلید، ایجاد می‌گردد. (2^2)

ترکیب دوم: هیچ یا ترکیبی از صفات باقیمانده + کلید کاندید ADC = ابرکلید

A D C +	B E	ترکیبات صفات باقی مانده	ابرکلیدها
	0 0	تهی	A D C
	0 1	D	A D C E
	1 0	E	A D C B
	1 1	E D	A D C B E

توجه: واضح است که 4 ابرکلید، ایجاد می‌گردد. (2^2)

ترکیب سوم: هیچ یا ترکیبی از صفات باقیمانده + کلید کاندید ADB = ابرکلید

A D B +	C E	ترکیبات صفات باقی مانده	ابرکلیدها
	0 0	تهی	A D B
	0 1	E	A D B E
	1 0	C	A D B C
	1 1	C E	A D B C E

توجه: واضح است که 4 ابرکلید، ایجاد می‌گردد. (2^2)

بنابراین حاصل جمع ابرکلیدها 12 عدد خواهد بود، که از این مجموعه حاصل، ابرکلیدهای ADCE و ADCBE و ADBE و ADBC و ADBCE در سه مجموعه تکراری هستند، بنابراین با کنار گذاشتن ابرکلیدهای تکراری، در نهایت 7 ابرکلید خواهیم داشت. به همین سادگی.

۳۹- گزینه (۳) صحیح است.

قانون اول

با توجه به وابستگی های مطرح شده برای رابطه $R(A, B, C, D, E)$ داریم:

$$AB \rightarrow C$$

$$CD \rightarrow E$$

$$AB \cap DE - CE = ABD$$

بنابر رابطه فوق صفات ABD حتماً باید عضو کلید کاندید باشند. بستر صفات ABD به صورت زیر است:

$$\{ABD\}^+ = \{A, B, D, C, E\}$$

براساس بستر فوق، صفات ABD ، همه ستون ها را تولید می کنند، پس صفات ABD کلید کاندید می باشد.

قانون دوم

هرگاه عضو کلید کاندید، حاصل از تفاضل قانون اول (روش اول یا دوم) همه ستون ها را تولید کند، آن عضو کلید کاندید، تنها کلید کاندید جدول خواهد بود.

ساخت ابرکلید: هیچ یا ترکیبی از صفات باقیمانده + کلید کاندید $ABD =$ ابرکلید

ABD +	CE	ترکیبات صفات باقی مانده	ابرکلیدها
00		تهی	ABD
01		E	ABDE
10		C	ABDC
11		CE	ABDCE

توجه: واضح است که 4 ابرکلید، ایجاد می گردد. (2^2)

بنابراین حاصل جمع ابرکلیدها 4 عدد خواهد بود، ابرکلیدهای ABD ، $ABDE$ ، $ABDC$ و $ABDCE$ ، به همین سادگی.

۴۰- گزینه (۴) صحیح است.

برای درک سوال و راه حل آن به مثال زیر دقت نمایید:

مثال: با توجه به رابطه $R(A, B, C, D, E)$ و مجموعه وابستگی های تابعی زیر، کدام مورد نادرست است؟

$$F = \{A \rightarrow BC, CD \rightarrow E, B \rightarrow D, E \rightarrow A\}$$

(۱) $\{E\}$ و $\{C, B\}$ هر دو کلید کاندید هستند. (۲) $\{B\}$ و $\{C, D\}$ هر دو کلید کاندید هستند.

(۳) $\{E\}$ و $\{C, D\}$ هر دو کلید کاندید هستند. (۴) $\{A\}$ و $\{E\}$ هر دو کلید کاندید هستند.

پاسخ: گزینه (۲) صحیح است.

قانون اول

با توجه به وابستگی های مطرح شده برای رابطه $R(A, B, C, D, E)$ داریم:

$$A \rightarrow BC$$

$$CD \rightarrow E$$

$$B \rightarrow D$$

$$E \rightarrow A$$

$$ABCDE - ABCDE = \text{تهی}$$

قانون چهارم

هرگاه عضو کلید کاندید، حاصل از تفاضل قانون اول (روش اول یا دوم)، تهی گردد، بدین معنی است که، جدول فوق چندین کلید کاندید دارد، که هیچ عضو کلید کاندید مشترکی، بین تمامی کلیدهای کاندید آن وجود ندارد. بنابراین باید کلید کاندید با بررسی دقیق بر روی مجموعه وابستگی کشف گردد.

$$\{B\}^+ = \{B, D\}$$

براساس بستار فوق، صفت B، فقط ستون‌های B و D را تولید می‌کند، پس صفت B، کلید کاندید نمی‌باشد. بنابراین گزینه دوم پاسخ سوال خواهد بود.

$$\{A\}^+ = \{A, B, C, D, E\}$$

براساس بستار فوق، صفت A، همه ستون‌ها را بدون عضو زائد تولید می‌کند، پس صفت A، کلید کاندید می‌باشد.

در ادامه به شکل بازگشتی جهت کشف مابقی کلیدهای کاندید داریم:

صفت E، ستون A را تولید می‌کند. پس صفت E کلید کاندید است، به صورت زیر:

$$\{E\}^+ = \{E, A, B, C, D\}$$

براساس بستار فوق، صفت E، همه ستون‌ها را بدون عضو زائد تولید می‌کند، پس صفت E، کلید کاندید می‌باشد.

صفات CD، ستون E را تولید می‌کند. پس صفات CD کلید کاندید است، به صورت زیر:

$$\{CD\}^+ = \{C, D, E, A, B\}$$

براساس بستار فوق، صفات CD، همه ستون‌ها را بدون عضو زائد تولید می‌کند، پس صفات CD، کلید کاندید می‌باشد.

صفت B، ستون D را تولید می‌کند. پس صفات CB کلید کاندید است، به صورت زیر:

$$\{CB\}^+ = \{C, B, D, E, A\}$$

براساس بستار فوق، صفات CB، همه ستون‌ها را بدون عضو زائد تولید می‌کند، پس صفات CB، کلید کاندید می‌باشد.

توجه: همان‌طور که مشاهده می‌شود، مطابق قانون چهارم، هیچ عضو کلید کاندید مشترکی، بین تمامی کلیدهای کاندید فوق وجود ندارد.

توجه: پس صورت سوال مطرح شده در شرایط قانون چهارم قرار دارد، زیرا اول اینکه بیشتر از یک کلید کاندید دارد و دوم اینکه هیچ عضو کلید کاندید مشترکی، بین تمامی کلیدهای کاندید آن وجود ندارد.

ترکیب اول: هیچ یا ترکیبی از صفات باقی مانده + کلید کاندید A = ابرکلید

A +	BCDEF	ترکیبات صفات باقی مانده	ابرکلیدها
	0000	تهی	A
	0001	F	AF
	0010	E	AE
	0011	EF	A EF
	...	...	...
	1111	BCDEF	ABCDEF

توجه: واضح است که 32 ابرکلید، ایجاد می‌گردد. (2^5)

ترکیب دوم: هیچ یا ترکیبی از صفات باقیمانده + کلید کاندید BC = ابرکلید

BC +	ADEF	ترکیبات صفات باقی مانده	ابرکلیدها
	0000	تهی	BC
	0001	F	BCF
	0010	E	BCE
	0011	EF	BCEF
	...	...	...
	1111	ADEF	BCADEF

توجه: واضح است که 16 ابرکلید، ایجاد می‌گردد. (2^4)

بنابراین حاصل جمع ابرکلیدها $32+16=48$ عدد خواهد بود، که از این مجموعه حاصل، ابرکلیدهای زیر در دو مجموعه فوق تکراری هستند:

ترکیب تکراری‌ها: هیچ یا ترکیبی از صفات باقیمانده + ابرکلید ABC = ابرکلید

توجه: ترکیب دو کلید کاندید یعنی کلید کاندید A و کلید کاندید BC باهم می‌شود، ابرکلید.

ABC +	DEF	ترکیبات صفات باقی مانده	ابرکلیدها
	000	تهی	ABC
	001	F	ABCF
	010	E	ABCE
	011	EF	ABCEF
	100	D	ABCD
	101	DF	ABCDF
	110	DE	ABCDE
	111	DEF	ABCDEF

توجه: واضح است که 8 ابرکلید تکراری، میان دو مجموعه ترکیب اول و دوم وجود دارد. (2^3)

توجه: بنابراین با کنار گذاشتن ابرکلیدهای تکراری، در نهایت 40 ابرکلید خواهیم داشت. به همین سادگی.

۴۱- گزینه (۱) صحیح است.

وابستگی های مطرح شده به صورت زیر است:

$A \rightarrow B$
 $A \rightarrow C$
 $CD \rightarrow E$
 $B \rightarrow D$
 $E \rightarrow A$

گزینه اول پاسخ سوال است، زیرا:

{سؤال: آیا می توان از صفات BD با استفاده از وابستگی های فوق به صفات CD رسید؟}

$$\{BD \rightarrow CD\}^+ = \{BD\}^+ = \{B, D\}$$

پاسخ: خیر نمی توان رسید، زیرا، صفات BD، B و D را می دهد و کار تمام می شود. بنابراین پُر واضح است که گزینه اول پاسخ سوال است.

گزینه دوم پاسخ سوال نیست، زیرا:

{سؤال: آیا می توان از صفات CD با استفاده از وابستگی های فوق به صفات AC رسید؟}

$$\{CD \rightarrow AC\}^+ = \{CD\}^+ = \{\boxed{C}, D, E, \boxed{A}, B\}$$

پاسخ: بله می توان رسید، زیرا، صفات CD، C و D را می دهد. CD، E را می دهد و A را می دهد و A را داریم پس B را هم می دهد.

گزینه سوم پاسخ سوال نیست، زیرا:

{سؤال: آیا می توان از صفات BC با استفاده از وابستگی های فوق به صفات CD رسید؟}

$$\{BC \rightarrow CD\}^+ = \{BC\}^+ = \{B, \boxed{C}, \boxed{D}, E, A\}$$

پاسخ: بله می توان رسید، زیرا، صفات BC، B و C را می دهد. B، D را می دهد و CD، E را می دهد و E را داریم پس A را هم می دهد.

گزینه چهارم پاسخ سوال نیست، زیرا:

{سؤال: آیا می توان از صفات AC با استفاده از وابستگی های فوق به صفات BC رسید؟}

$$\{AC \rightarrow BC\}^+ = \{AC\}^+ = \{A, \boxed{C}, \boxed{B}, D, E\}$$

پاسخ: بله می توان رسید، زیرا AC، A و C را تولید می کند. A، B را می دهد، B، D را می دهد و CD را داریم، پس E را هم می دهد.

توجه: سازمان سنجش آموزش کشور، در کلید اولیه و نهایی خود، گزینه اول را به عنوان پاسخ اعلام کرده بود.

۴۲- گزینه (۲) صحیح است.

با توجه به وابستگی های مطرح شده برای رابطه $R(A, B, C, D, E)$ داریم:

$$AB \rightarrow CDE$$

$$E \rightarrow BC$$

$$ABCDE - BCDE = A$$

بنابر رابطه فوق صفت A حتماً باید عضو کلید کاندید باشد. بستار صفات A به صورت زیر است:

$$\{A\}^+ = \{A\}$$

براساس بستار فوق، صفت A، فقط ستون A را تولید می‌کند، پس صفت A فقط عضو کلید کاندید می‌باشد و کلید کاندید نمی‌باشد.

قانون سوم

هرگاه عضو کلید کاندید، حاصل از تفاضل قانون اول (روش اول یا دوم)، برخی از ستون‌ها را تولید کند، بدین معنی است که، جدول موردنظر، چندین کلید کاندید دارد، که این عضو کلید کاندید، در بین تمامی کلیدهای کاندید، به طور مشترک قرار دارد، بنابراین صفات دیگری نیز، باید عضو کلید کاندید را همراهی کنند تا کلید کاندید ایجاد گردد.

همچنین مطابق این قانون، صفاتی که توسط عضو کلید کاندید، قابل دسترسی هستند، در کلید کاندید جایگاهی نخواهند داشت.

براساس بستار فوق، صفت A به عنوان عضو کلید کاندید همه ستون‌ها را تولید نمی‌کند، بنابراین مطابق قانون سوم باید صفاتی در کنار صفت A قرار گیرد تا کلید کاندید تولید گردد. این صفات کناری از صفات باقی مانده انتخاب می‌گردند، صفات باقی مانده عبارتند از B و C و D و E البته از این مجموعه صفات C و D را هم کنار می‌گذاریم، زیرا کمکی در تولید صفات دیگر نمی‌کنند. چون در سمت چپ هیچ یک از وابستگی‌های تابعی نیامده‌اند. بنابراین با ترکیب صفات B یا E با صفت A کلیدهای کاندید تولید می‌گردند.

$$\{AB\}^+ = \{A, B, C, D, E\}$$

$$\{AE\}^+ = \{A, E, B, C, D\}$$

پس ترکیبات صفات AB و AE کلیدهای کاندید جدول R هستند.

بستار صفات AB به صورت زیر است:

$$\{AB\}^+ = \{A, B, C, D, E\}$$

براساس بستار فوق، صفات AB، همه ستون‌ها را تولید می‌کنند، پس صفات AB، کلید کاندید است. همچنین از آنجا که مطابق وابستگی‌ها $E \rightarrow B$ ، پس می‌توان ترکیب دو خصیصه (A, E) را هم کلید کاندید دیگری برای این جدول تلقی کرد. چون وقتی (A, B) کلید کاندید است و همه ستون‌ها را تولید می‌کند، پس (A, E) هم کلید کاندید است و همه ستون‌ها را تولید می‌کند، زیرا در نهایت طبق وابستگی $E \rightarrow B$ ، صفت E، صفت B را می‌دهد و (A, E) به (A, B) تبدیل می‌گردد.

بستار صفات (A, E) به صورت زیر است:

$$\{AE\}^+ = \{A, E, B, C, D\}$$

براساس بستار فوق، صفات (A, E)، همه ستون‌ها را تولید می‌کنند، پس صفات (A, E) کلید کاندید است. توجه: دقت کنید که هیچ‌گاه، کلید کاندید نباید عضو زائد داشته باشد. بنابراین رابطه داده شده، در مجموع،

دارای دو کلید کاندید است که مطابق قانون سوم، عضو کلید کاندید A در بین هر دو کلید کاندید به طور مشترک قرار دارد.

$$\{AB\} \cap \{AE\} = \{A\}$$

۴۳- گزینه (۴) صحیح است.

با توجه به وابستگی های مطرح شده برای رابطه $R(A,B,C,D,E,F)$ داریم:

$$A \rightarrow F$$

$$B \rightarrow C$$

$$ABC \rightarrow E$$

$$AB C D E F - C E F = A B D$$

بنابر رابطه فوق صفات ABD حتماً باید عضو کلید کاندید باشد. بستار صفات ABD به صورت زیر است:

$$\{ABD\}^+ = \{A,B,D,F,C,E\}$$

براساس بستار فوق، صفات ABD، همه ستون ها را تولید می کند، پس صفات ABD کلید کاندید می باشد.

قانون دوم

هرگاه عضو کلید کاندید، حاصل از تفاضل قانون اول (روش اول یا دوم) همه ستون ها را تولید کند، آن عضو کلید کاندید، تنها کلید کاندید جدول خواهد بود.

ساخت ابرکلید: هیچ یا ترکیبی از صفات باقیمانده + کلید کاندید ABD = ابرکلید

ABD +	CE F	ترکیبات صفات باقی مانده	ابرکلیدها
0 0 0		تهی	ABD
0 0 1		F	ABDF
0 1 0		E	ABDE
0 1 1		E F	ABDEF
1 0 0		C	ABDC
1 0 1		C F	ABDCF
1 1 0		C E	ABDCE
1 1 1		C E F	ABDCEF

توجه: واضح است که 8 ابرکلید، ایجاد می گردد. (2^3)

بنابراین حاصل جمع ابرکلیدها 8 عدد خواهد بود، به صورت زیر:

ابرکلیدهای ABD، ABDF، ABDE، ABDEF، ABDC، ABDCE، ABDCF و ABDCEF

۴۴- گزینه (۳) صحیح است.

قانون چهارم

هرگاه عضو کلید کاندید، حاصل از تفاضل قانون اول (روش اول یا دوم)، تهی گردد، بدین معنی است که، جدول فوق چندین کلید کاندید دارد، که هیچ عضو کلید کاندید مشترکی، بین تمامی کلیدهای کاندید آن وجود ندارد. بنابراین باید کلید کاندید با بررسی دقیق بر روی مجموعه وابستگی کشف گردد.

توجه: مطابق فرض سوال، بین خصیصه های دو کلید کاندید همپوشانی وجود ندارد. بنابراین صورت سوال

مطرح شده در شرایط قانون چهارم قرار دارد، زیرا اول اینکه بیشتر از یک کلید کاندید دارد و دوم اینکه هیچ عضو کلید کاندید مشترکی، بین تمامی کلیدهای کاندید آن وجود ندارد.
توجه: فرض کنید کلید کاندید تک خصیصه برابر A و کلید کاندید دو خصیصه برابر BC باشد.
توجه: در یک جدول با $N \geq 3$ خصیصه داریم:
ترکیب اول: هیچ یا ترکیبی از صفات باقی مانده + کلید کاندید A = ابرکلید

A +	BCDEF...	ترکیبات صفات باقی مانده	ابرکلیدها
	00000...	تهی	A
	...	...	...
	11111...	BCDEF...	ABCDEF...

توجه: واضح است که در این حالت (2^{n-1}) ابرکلید، ایجاد می‌گردد.
ترکیب دوم: هیچ یا ترکیبی از صفات باقیمانده + کلید کاندید BC = ابرکلید

BC +	ADEF...	ترکیبات صفات باقی مانده	ابرکلیدها
	0000...	تهی	BC
	...	...	...
	1111...	ADEF...	BCADEF...

توجه: واضح است که در این حالت (2^{n-2}) ابرکلید، ایجاد می‌گردد.
بنابراین حاصل جمع ابرکلیدها $\left[(2^{n-1}) + (2^{n-2}) \right]$ عدد خواهد بود، که از این مجموعه حاصل، ابرکلیدهای زیر در دو مجموعه فوق تکراری هستند:
ترکیب تکراری‌ها: هیچ یا ترکیبی از صفات باقیمانده + ابرکلید ABC = ابرکلید
توجه: ترکیب دو کلید کاندید یعنی کلید کاندید A و کلید کاندید BC باهم می‌شود، ابرکلید.

ABC +	DEF...	ترکیبات صفات باقی مانده	ابرکلیدها
	000...	تهی	ABC
	...	...	...
	111...	DEF...	ABCDEF...

توجه: واضح است که (2^{n-3}) ابرکلید تکراری، میان دو مجموعه ترکیب اول و دوم وجود دارد.
توجه: بنابراین با کنار گذاشتن ابرکلیدهای تکراری، در نهایت $5 \times (2^{n-3})$ ابرکلید خواهیم داشت، به صورت زیر:

$$\left[(2^{n-1}) + (2^{n-2}) \right] - \left[(2^{n-3}) \right] = 2^{n-3} (2^2 + 2^1 - 1) = 5 \times (2^{n-3})$$

۴۵- گزینه (۲) صحیح است.

آیا وابستگی $B \rightarrow E$ عضو بستار F^+ است؟ خیر

محاسبه $\{B\}^+$ از مجموعه F به صورت زیر است:

$$\{B \rightarrow E\} \Rightarrow$$

$$\{B\}^+ = \{B\} \Rightarrow$$

$$\times \Rightarrow \text{STOP}$$

بنابراین با مجموعه F راهی برای رسیدن از B به E نداریم، چون B خودش خودش را می‌دهد و کار تمام می‌شود.

آیا وابستگی $(A, C) \rightarrow (B, E)$ عضو بستار F^+ است؟ بله

محاسبه $\{AC\}^+$ از مجموعه F به صورت زیر است:

$$\{AC \rightarrow BE\} \Rightarrow$$

$$\{AC\}^+ = \{A, C\} \Rightarrow$$

$$A \rightarrow B \Rightarrow \{A, C, B\}$$

$$BC \rightarrow E \Rightarrow \{A, C, B, E\}$$

$$\{AC\}^+ = \{A, C, \boxed{B}, \boxed{E}\}$$

بنابراین با مجموعه F راهی برای رسیدن از AC به BE داریم.

حل کلاسیک: $\left. \begin{matrix} A \rightarrow B \\ BC \rightarrow E \end{matrix} \right\} \Rightarrow AC \rightarrow E$ قاعده شبه انتقالی است، چون $A \rightarrow B$ پس در سمت چپ

$\left. \begin{matrix} A \rightarrow B \\ AC \rightarrow E \end{matrix} \right\} \Rightarrow AAC \rightarrow BE \Rightarrow \left. \begin{matrix} AC \rightarrow B \\ AC \rightarrow E \end{matrix} \right\} \Rightarrow AC \rightarrow E$ به جای B می‌توان صفت A قرار داد. هم قاعده ترکیب است.

آیا وابستگی $(A, B) \rightarrow E$ عضو بستار F^+ است؟ خیر

محاسبه $\{AB\}^+$ از مجموعه F به صورت زیر است:

$$\{AB \rightarrow E\} \Rightarrow$$

$$\{AB\}^+ = \{A, B\} \Rightarrow$$

$$\times \Rightarrow \text{STOP}$$

بنابراین با مجموعه F راهی برای رسیدن از AB به E نداریم، چون AB خودش خودش را می‌دهد و کار تمام می‌شود.

آیا وابستگی $A \rightarrow (B, E)$ عضو بستار F^+ است؟ خیر

محاسبه $\{A\}^+$ از مجموعه F به صورت زیر است:

$$\begin{aligned} \{A \rightarrow BE\} &\Rightarrow \\ \{A\}^+ &= \{A\} \Rightarrow \\ A \rightarrow B &\Rightarrow \{A, B\} \\ \times &\Rightarrow \text{STOP} \end{aligned}$$

بنابراین با مجموعه F راهی برای رسیدن از A به BE نداریم، چون A خودش خودش را می‌دهد و سپس A صفت B را می‌دهد و کار تمام می‌شود.

۴۶- گزینه (۲، ۳ و ۴) صحیح است.

توجه: سازمان سنجش در کلید اولیه خود **گزینه دوم** را به عنوان پاسخ اعلام نمود، سپس در کلید نهایی نظر خود را عوض کرد و **گزینه دوم، سوم و چهارم** را به عنوان پاسخ اعلام کرد، که عمل درستی را انجام داده است.

حل: با توجه به وابستگی‌های مطرح شده داریم:

$$\begin{aligned} A &\rightarrow BCD \\ BC &\rightarrow DE \\ B &\rightarrow D \\ D &\rightarrow A \end{aligned}$$

$$\cancel{A} \cancel{B} \cancel{C} \cancel{D} EF - ABCDE = F$$

بنابر رابطه فوق صفت F حتماً باید **عضو کلید کاندید** باشد. بستار صفت F به صورت زیر است:

$$\begin{aligned} \{F\}^+ &= \{F\} \Rightarrow \\ \times &\Rightarrow \text{STOP} \end{aligned}$$

بر اساس بستار فوق، صفت F، فقط ستون F را تولید می‌کند، پس فقط **عضو کلید کاندید** است و کلید کاندید نمی‌باشد. بنابراین مطابق **قانون سوم** باید **صفات کمکی** در کنار صفت F قرار گیرد تا کلید کاندید تولید گردد. این صفات کناری از صفات باقی‌مانده انتخاب می‌گردند، صفات باقی‌مانده عبارتند از A و B و C و D و E که از این مجموعه صفت E را کنار می‌گذاریم، زیرا در سمت چپ وابستگی‌های تابعی نیست و به تبع در تولید صفات دیگر، کمکی نمی‌کند. بنابراین با ترکیب صفات A و B و C و D با صفت F، کلیدهای کاندید تولید می‌گردند.

بر اساس وابستگی‌های تابعی، واضح است که اگر صفت A در کنار **عضو کلید کاندید** F قرار بگیرد، همکاری صفات (A و F) می‌تواند، همه ستون‌ها را تولید کند، بنابراین صفات FA کلید کاندید جدول r خواهد بود.

$$\begin{aligned} \{FA\}^+ &= \{F, A\} \Rightarrow \\ A \rightarrow BCD &\Rightarrow \{F, A, B, C, D\} \\ BC \rightarrow DE &\Rightarrow \{F, A, B, C, D, E\} \\ \{FA\}^+ &= \{F, A, B, C, D, E\} \end{aligned}$$

براساس بستار فوق، صفات (F, A) ، همه ستون‌ها را تولید می‌کنند، پس **کلید کاندید** است.
توجه: دقت کنید **عضو کلید کاندید** F هواره **عضو ثابت تمامی کلیدهای کاندید** جدول r است و با چیزی جایگزین نمی‌شود.

در ادامه به شکل **رابطه بازگشتی** جهت کشف مابقی کلیدهای کاندید داریم:
کافیست وابستگی باشد که **صفت کمکی** A را تولید کند. بنابراین از آن‌جا که $D \rightarrow A$ ، صفت A را تولید می‌کند، پس می‌توان صفت D را جای صفت A در کلید کاندید **اول** قرار داد و کلید کاندید **دوم** را کشف
 (F, A)

کرد $\uparrow$ و ترکیب دو خصیصه (F, D) را هم کلید کاندید **دوم** برای این جدول تلقی کرد.
 (F, D)
چون وقتی (F, A) کلید کاندید **اول** است و همه ستون‌ها را تولید می‌کند، پس (F, D) هم کلید کاندید **دوم** است و همه ستون‌ها را تولید می‌کند، زیرا در نهایت طبق وابستگی $D \rightarrow A$ ، صفت D ، صفت A را می‌دهد
 (F, A)
 $\uparrow$ و (F, D) به (F, A) تبدیل می‌گردد.
 (F, D)

$$\begin{aligned} \{FD\}^+ &= \{F, D\} \Rightarrow \\ D \rightarrow A &\Rightarrow \{F, D, A\} \\ A \rightarrow BCD &\Rightarrow \{F, D, A, B, C, D\} \\ BC \rightarrow DE &\Rightarrow \{F, D, A, B, C, D, E\} \\ \{FD\}^+ &= \{F, D, A, B, C, D, E\} \end{aligned}$$

براساس بستار فوق، صفات (F, D) ، همه ستون‌ها را تولید می‌کنند، پس کلید کاندید **دوم** است.

(F, D)

صفت B ، ستون D را تولید می‌کند $\uparrow$. پس صفات FB کلید کاندید است، به صورت زیر:
 (F, B)

$$\begin{aligned} \{FB\}^+ &= \{F, B\} \Rightarrow \\ B \rightarrow D &\Rightarrow \{F, B, D\} \\ D \rightarrow A &\Rightarrow \{F, B, D, A\} \\ A \rightarrow BCD &\Rightarrow \{F, B, D, A, C\} \\ BC \rightarrow DE &\Rightarrow \{F, B, D, A, C, E\} \\ \{FB\}^+ &= \{F, B, D, A, C, E\} \end{aligned}$$

براساس بستار فوق، صفت FB ، همه ستون‌ها را بدون عضو زائد تولید می‌کند، پس صفات FB ، کلید کاندید **سوم** می‌باشد.

توجه: دقت کنید که هیچ‌گاه، کلید کاندید نباید عضو زائد داشته باشد. بنابراین رابطه α در مجموع، دارای **سه کلید کاندید** FA ، FD و FB است که مطابق **قانون سوم**، عضو کلید کاندید **F** در بین هر سه کلید کاندید به طور مشترک قرار دارد. به صورت زیر:

$$\{FA\} \cap \{FD\} \cap \{FB\} = \{F\}$$

گزینه سوم درست است. چون B، صفت کلیدی است و داخل کلید کاندید FB قرار دارد.

گزینه چهارم درست است. چون D، صفت کلیدی است و داخل کلید کاندید FD قرار دارد.

۴۷- گزینه (۱) صحیح است.

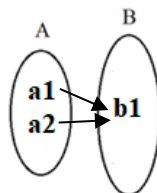
گزینه اول درست است.

$$A \rightarrow B$$

چون به ازای هر مقدار A فقط و فقط یک مقدار در B وجود دارد.

تکرار a1 در ستون A اشکال ندارد، چون برای هر a1 فقط و فقط یک مقدار b1 در ستون B وجود دارد.

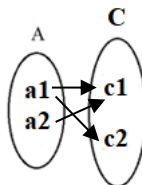
همچنین اینکه a2 در ستون A می‌دهد b1 در ستون B این هم اشکال ندارد چون وابستگی تابعی یعنی از A به B یک به چند نباشد و اگر از A به B چند به یک باشد اشکالی ندارد.



گزینه دوم نادرست است.

$$A \nrightarrow C$$

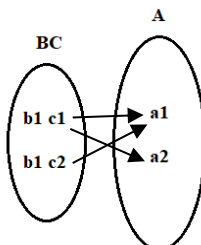
چون به ازای هر مقدار A چند مقدار در C وجود دارد. به ازای مقدار a1 در ستون A دو مقدار c1 و c2 در ستون C وجود دارد.



گزینه سوم نادرست است.

$$BC \nrightarrow A$$

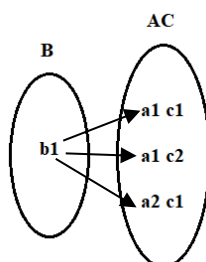
چون به ازای هر مقدار BC چند مقدار در A وجود دارد. به ازای مقدار b1c1 در ستونهای BC دو مقدار a1 و a2 در ستون A وجود دارد.



گزینه چهارم نادرست است.

$B \not\rightarrow AC$

چون به ازای هر مقدار B چند مقدار در AC وجود دارد. به ازای مقدار b1 در ستون B سه مقدار a1c1، a1c2 و a2c1 در ستونهای AC وجود دارد.

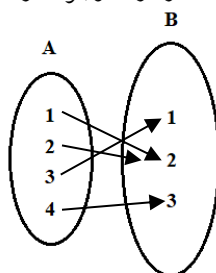


۸- گزینه (۲) صحیح است.

گزینه اول درست است. زیرا B ممکن است وابسته تابعی به A باشد.

$A \rightarrow B$

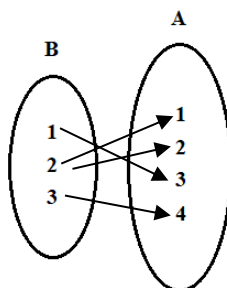
چون به ازای هر مقدار A فقط و فقط یک مقدار در B وجود دارد.



گزینه دوم نادرست است. زیرا A وابسته تابعی به B نیست.

$B \not\rightarrow A$

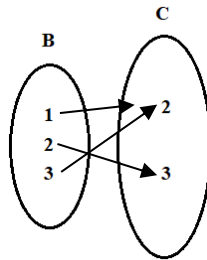
چون به ازای هر مقدار B چند مقدار در A وجود دارد. به ازای مقدار 2 در ستون B دو مقدار 1 و 2 در ستون A وجود دارد.



گزینه سوم درست است. زیرا C ممکن است وابسته تابعی به B باشد.

$$B \rightarrow C$$

چون به ازای هر مقدار B فقط و فقط یک مقدار در C وجود دارد.



گزینه چهارم درست است. زیرا AB وابسته تابعی به C نیست.

$$C \not\rightarrow AB$$

چون به ازای هر مقدار C چند مقدار در AB وجود دارد. به ازای مقدار 2 در ستون C دو مقدار 31 و 43 در ستونهای AB وجود دارد. و به ازای مقدار 3 در ستون C دو مقدار 12 و 22 در ستونهای AB وجود دارد.

