بهره‌برداری بهینه از مخزن سد لار
کاربرد برنامه‌ریزی تصادفی نادقیق پنج مرحله‌ای

فاطمه رستگاری‌پور*[۱]، علیرضا کرباسی[۲]

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۶/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۹/۲۳

چکیده

در مطالعه‌ی حاضر، مدیریت آب سد لار با استفاده از روش از برنامه‌ریزی تصادفی نادقیق پنج مرحله‌ای مورد بررسی قرار گرفته است. برنامه‌ریزی تصادفی نادقیق پنج مرحله‌ای از ترکیب دو برنامه‌ریزی پویا و نادقیق در چارچوب بهینه‌سازی تصادفی تشکیل شده است. داده‌های مطالعه از سازمان آب منطقه‌ای و شرکت آب و فاضلاب استان تهران و برای سال‌های ۶۵ تا ۹۲ جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد که در بدترین شرایط طی سه سال آینده در بخش شهری (۵۴ و ۰) و در بخش کشاورزی (۴۸ و ۰) میلیون مترمکعب کمبود آب رخ خواهد داد. کاهش ۰/۸ مترمکعب در الگوی مصرف ماهانه‌ی بخش شهری و افزایش ۱۲ درصد در راندمان آبیاری بخش کشاورزی تحت پوشش سد لار راهکارهای مناسبی برای رویارویی با بحران کم آبی در سه سال آینده می باشد. لذا توصیه می شود که مدیران در جهت افزایش راندمان آبیاری کشاورزی و آموزش کشاورزان در این جهت گام بردارند.

طبقه‌بندی *JEL*: *Q25*

واژه‌های کلیدی: برنامه‌ریزی تصادفی، روش پنج مرحله‌ای، پارامترهای غیر دقیق، عدم قطعیت، سد لار.

۱- استادیار بخش اقتصاد کشاورزی دانشگاه تربت حیدریه، تربت حیدریه، ایران.
۲- دانشیار بخش اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
* نویسنده‌ی مسئول مقاله: Rastegaripour@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

پیشگفتار

ایران با متوسط نزولات جوی ۲۶۰ میلی‌متر در سال از کشورهای خشک جهان به شمار می‌رود. از ۴۱۵ میلیارد مترمکعب نزولات سالانه کشور ایران، حدود ۷۰٪ آن تبخیر می‌شود (Tagrishi & Abrishamchi, 2004) . از مقدار آب استحصال شده، به ترتیب ۹۳، ۵ و ۲ درصد در بخش‌های کشاورزی، شهری و صنعتی به مصرف می‌رسد (Borhani Daryan & Mortazavi ,1999; Gelyan et al, 2007). محدودیت منابع آب، افزایش هزینه‌های استحصال و محدودیت منابع مالی، طرح‌های توسعه‌ی بهره‌برداری از منابع جدید آب را با مشکل و محدودیت مواجه کرده است(Borhani Daryan & Mortazavi ,1999). افزون بر آن، رشد جمعیت، ارتقای سطح زندگی، توسعه‌ی صنعتی و کشاورزی و حفاظت اکوسیستم‌ها سبب افزایش تقاضای آب شده است. این عوامل و نقش مهم آب در توسعه‌ی پایدار سبب توجه بیش از پیش مسئولین به مدیریت تقاضا و عرضه‌ی آب در برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌های کلان و منطقه‌ای کشور شده است (Azarmsa et al, 2000).

سد لار یکی از سدهای خاکی تامین‌کننده‌ی آب آشامیدنی حوالی تهران و تامین‌کننده‌ی آب مورد نیاز آبیاری‌های کشاورزی منطقه می‌باشد. مطالعات احداث این سد از سال ۱۳۳۰ آغاز شده و در نهایت در سال ۱۳۶۱ گشایش یافت. سطح حوزه‌ی آبریز این سد بالغ بر مساحت ۶۷۵ کیلومتر مربع می‌باشد و متوسط جریان آب سالانه ۴۸۱ میلیون متر مکعب دارد. از انتقال آب این سد و پیوستن آب آن به سد لتیان، جهت استفاده در نیروگاه‌های منطقه برای تولید متوسط سالانه‌ی ۱۵۰ هزار مگاوات ساعت انرژی برق آبی استفاده می‌شود. بودجه‌ی برآورد شده برای ساخت سد، دویست میلیون دلار بود(Azarmsa et al, 2000). در زمینه‌ی مدیریت منابع آبی و مدل فازی خاکستری تاکنون مطالعاتی انجام شده است. Huang et al (1992) برای اولین بار راهکار برنامه‌ریزی خطی خاکستری را در مدیریت ضایعات جامد آب در کانادا به‌کار بردند. Huang(1996) مدل پارامترهای بازه‌ای(Interval Parameter) را در کنترل آلودگی آب بین سیستم های کشاورزی کانادا به‌کار برد. این مدل به علت انعطاف‌پذیری بالا و کاربردهای فراوان و ساده برای تصمیم‌گیری نهایی، مورد استقبال مدیران قرار گرفت. با استفاده از این مدل، مجموعه جواب قابل قبولی برای کنترل آلودگی آب منطقه حاصل شد. در ادامه‌ی مطالعه با استفاده از آنالیز حساسیت محدودیت‌های کمی و کیفی موثر بر درآمد کشاورزان، مبادله‌ی بین اهداف اقتصادی و محیط زیستی بررسی شده است. Li et al (2006) مدل برنامه‌ریزی تصادفی چند مرحله‌ای با پارامترهای بازه‌ای(Programming Interval-parameter Multistage Stochastic) را

Archive of SID

www.SID.ir

برای مدیریت منابع آب در کانادا تحت سناریوهای متفاوت به‌کار گرفتند. آنها در مطالعه‌ی خود علاوه بر تخصیص آب بین مصارف مختلف به بررسی مبادله‌ی بین اهداف محیط زیستی و اقتصادی پرداختند. نتایج مطالعه‌ی آنها طی ۸۱ سناریو برای سه مصرف‌کننده‌ی شهری، کشاورزی و صنعتی و سه دوره‌ی آینده ارائه شد. هدف مطالعه‌ی حاضر تخصیص بهینه‌ی آب و تعیین حداکثر سود مصرف‌کننده‌ی شهری و کشاورزی با استفاده از روش برنامه‌ریزی تصادفی چندمرحله‌ای با پارامترهای بازه‌ای در شرایط عدم قطعیت است. اگر آب وعده داده شده به مصرف‌کننده در دوره‌ی مورد نظر رها شود، سود خالص سیستم افزایش و اگر رها نشود، مصرف‌کننده باید آب را از منبع گران‌تری تهیه کند و یا فعالیت‌های خود را کاهش دهد که در دو حالت، مصرف‌کننده ضرر خواهد کرد. Li et al (2008) برنامه‌ریزی چندمرحله‌ای فازی بازه‌ای را برای بهینه‌سازی آب سد در کانادا به‌کار گرفتند. این مدل از روش برنامه‌ریزی تصادفی چندمرحله‌ای با در نظر گرفتن عدم حتمیت به‌صورت مجموعه‌های فازی، پارامترهای بازه‌ای و تابع توزیع احتمال در چارچوب مدل بهینه‌سازی تشکیل شده است. برنامه‌ریزی چند مرحله‌ای فازی بازه‌ای پویایی مدل را به خوبی منعکس و برای حل مسائل بزرگ و چند مرحله‌ای بسیار مناسب است. در این مطالعه مدیریت منابع آب در طی سه دوره تحت ۸۱ سناریو مورد بررسی قرار گرفت. Gelyan et al (2007) به تحلیل سیاست‌های بهره‌برداری از منابع آب در حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی آجی- چای با روش پویایی سیستم پرداختند. برای بررسی سناریوهای موجود، ده سری زمانی بیست ساله برای رواناب هر زیر حوضه با استفاده از مدل ARMA(1,1) تولید شده و تراز آب دریاچه مورد بررسی قرار گرفت. Rastegaripour & Sabouhi (2009) برنامه‌ریزی خاکستری را در تعیین الگوی کشت بخش مرکزی قوچان به‌کار بردند. نتایج مطالعه‌ی آنها نشان داد که سطح زیرکشت فعلی گندم آبی، جو آبی و یونجه بیشتر از حد بالای بازه‌ی سطح زیرکشت آنها و جو دیم، کمتر از حد پایین بازه‌ی سطح زیرکشت آن می‌باشد. افزون بر آن، درجه‌ی خاکستری بودن مجموعه جواب حاصل از برنامه‌ریزی خاکستری با استفاده از راهکار برنامه‌ریزی فازی خاکستری به میزان ۴۸ درصد کاهش یافت.

مواد و روش‌ها

برنامه‌ریزی تصادفی بازه‌ای چندمرحله‌ای(Interval-parameter Multistage Programming) یکی از جدیدترین تکنیک‌های بهینه‌سازی می‌باشد. به‌کارگیری پارامترهای بازه ای در شرایط عدم قطعیت و در نظر گرفتن سود و زیان مصرف‌کننده در هنگام تامین و یا کمبود آب، از ویژگی‌های ممتاز این تکنیک است. در مطالعه‌ی حاضر، برنامه‌ریزی برای یک دوره‌ی

Archive of SID

www.SID.ir

چهار ساله صورت می‌گیرد. لذا متغیر تصادفی عرضه‌ی آب با سطح احتمال P_{tk} (احتمال رخ دادن سناریوی k در دوره‌ی t) برای طرح یک مجموعه سناریو با ساختار شاخه‌ای ۲-۲-۲-۲-۱ به‌کار می‌رود(Li et al, 2007). بنابراین، یک درخت با چهار دوره(پنج مرحله) برای هر مصرف‌کننده ایجاد می‌شود. به این ترتیب در دوره‌های اول تا چهارم به‌ترتیب ۲، ۴، ۸ و ۱۶ سناریو وجود دارد که در مجموع ۳۰ سناریو ایجاد می‌شود. این مدل به‌صورت زیر فرموله می‌شود(Li et al, 2006).

$$\max f = \sum_{i=1}^{I}\sum_{t=1}^{T} NB_{it}W_{it} - \sum_{i=1}^{I}\sum_{t=1}^{T}\sum_{k=1}^{K} p_{tk}C_{it}D_{itk}$$

subject to

$$\sum_{i=1}^{I}(W_{it} - D_{itk}) \le q_{th} + \varepsilon_{(t-1)k} \qquad \forall h,k = 1,2,...,k_t, \quad t = 1,2,...,T, \qquad (۲)$$

$$\varepsilon_{(t-1)k} = q_{(t-1)h} - \sum_{i=1}^{I}(W_{i(t-1)} - D_{i(t-1)k}) + \varepsilon_{(t-2)k}, \qquad \forall h,k = 1,2,...,k_{t-1},$$

$$W_{it\max} \ge W_{it} \ge D_{itk} \ge 0, \qquad \forall i,t,k,$$

که در این مدل f سود خالص سیستم در افق برنامه‌ریزی، NB_{it} سود مصرف‌کننده‌ی i در دوره‌ی t به ازای هر واحد آب تخصیصی، W_{it} آب وعده داده شده به مصرف‌کننده‌ی i در طی دوره‌ی t، C_{it} ضرر مصرف‌کننده‌ی i به ازای هر واحد آب وعده داده شده‌ی رها نشده در دوره‌ی t، D_{itk} کمبود آب برای مصرف‌کننده‌ی i تحت سناریوی k در دوره‌ی t، به عبارت دیگر مقداری از W_{it} که در هنگام عرضه q_{th} رها نمی‌شود، q_{th} متغیر تصادفی عرضه‌ی آب در دوره‌ی t و سطح جریان h، $W_{it\max}$ بیشترین مقدار تخصیص آب برای مصرف‌کننده‌ی i در زمان t، p_{tk} احتمال رخ دادن سناریوی k در دوره‌ی t، ε_{tk} مازاد آب سد بعد از رها شدن آب تحت سناریوی k در دوره‌ی t، I کل تعداد مصرف‌کنندگان(در اینجا ۲ = I)، i مصرف‌کننده‌ی آب (i =۱ مصرف‌کننده‌ی کشاورزی و i = ۲ مصرف‌کننده‌ی شرب) و h سطح جریان در دسترس (h =۱ جریان کم، h =۲ جریان متوسط و h =۳ جریان زیاد آب) می‌باشد.

مدل ۲ عدم قطعیت در مقدار آب عرضه شده را در نظر می‌گیرد(توسط سطح احتمال p_{tk}). اما پارامترهای W_{it}، C_{it} و NB_{it} را هنوز به صورت قطعی در نظر می‌گیرد. در صورتی که در دنیای واقعی این پارامترها نیز ممکن است قطعی نباشند. برای حل این مساله پارامترهای مدل مذکور به صورت بازه‌ای در نظر گرفته می‌شوند. در نتیجه مدل به‌صورت زیر ارائه می‌شود(Li et al, 2007).

Archive of SID

www.SID.ir

$$\max f^{\pm} = \sum_{i=1}^{I}\sum_{t=1}^{T} NB_{it}^{\pm} W_{it}^{\pm} - \sum_{i=1}^{I}\sum_{t=1}^{T}\sum_{k=1}^{K} p_{tk}^{\pm} C_{tk}^{\pm} D_{itk}^{\pm}$$

subject to

$$\sum_{i=1}^{I}(W_{it}^{\pm} - D_{itk}^{\pm}) \le q_{th}^{\pm} + \varepsilon_{(t-1)k}^{\pm} \qquad \forall h,k = 1,2,...,k_t, \quad t = 1,2,...,T, \qquad (۳)$$

$$\varepsilon_{(t-1)k}^{\pm} = q_{(t-1)k}^{\pm} - \sum_{i=1}^{I}(W_{i(t-1)}^{\pm} - D_{i(t-1)k}^{\pm}) + \varepsilon_{(t-2)k}^{\pm}, \qquad \forall h,k = 1,2,...,k_{t-1},$$

$$W_{it\max}^{\pm} \ge W_{it}^{\pm} \ge D_{itk}^{\pm} \ge 0, \qquad \forall i,t,k,$$

که در آن $f^{\pm}$ بازه‌ی سود خالص سیستم، $NB_{it}^{\pm}$ بازه‌ی سود مصرف‌کننده‌ی i در دوره‌ی t به ازای هر واحد آب تخصیصی، $W_{it}^{\pm}$ بازه‌ی آب وعده داده شده به مصرف‌کننده‌ی i در طی دوره‌ی t، $C_{it}^{\pm}$ بازه‌ی ضرر مصرف‌کننده‌ی i به ازای هر واحد آب وعده داده شده‌ی رها نشده در دوره‌ی t، D_{itk} بازه‌ی کمبود آب برای مصرف‌کننده‌ی i تحت سناریوی k در دوره‌ی t، به عبارت دیگر مقداری از $W_{it}^{\pm}$ که در هنگام عرضه q_{th} رها نمی‌شود، $q_{th}^{\pm}$ بازه‌ی متغیر تصادفی عرضه‌ی آب در دوره‌ی t و سطح جریان h، $W_{it\max}^{\pm}$ بازه‌ی بیشترین مقدار تخصیص آب برای مصرف‌کننده‌ی i در زمان t، p_{tk} احتمال رخ دادن سناریوی k در دوره‌ی t، $\varepsilon_{tk}^{\pm}$ بازه‌ی مازاد آب سد بعد از رها شدن آب تحت سناریوی k در دوره‌ی t می‌باشد(Li et al, 2007).

از آنجا که $W_{it}^{\pm}$ به‌عنوان یک پارامتر بازه‌ای در نظر گرفته می‌شود، رابطه‌ی ۳ به‌طور مستقیم قابل حل نیست و باید ساده‌سازی شود. برای حل این مساله پارامتر y_{it} به‌عنوان متغیر تصمیم تعریف می‌شود(Li et al, 2007).

$$W_{it}^{\pm} = W_{it}^{-} + \Delta W_{it}$$
$$\Delta W_{it} = W_{it}^{+} - W_{it}^{-} \qquad (۴)$$
$$y_{it} \in [0,1]$$

y_{it} به‌عنوان یک متغیر تصمیم برای تعریف بازه‌ی بهینه‌ی $W_{it}^{\pm}$، به‌کار می‌رود. هنگامی که y_{it} در بالاترین حد قرار دارد($y_{it} = 1$)، اگر آب مورد نیاز بخش‌ها تامین شود، بالاترین میزان سود و اگر تامین نشود، بیشترین میزان ضرر برای سیستم حاصل می‌شود. اما هنگامی که y_{it} در پایین‌ترین حد قرار دارد($y_{it} = 0$)، اگر آب مورد نیاز بخش‌ها تامین شود، کمترین میزان سود و اگر تامین نشود، کمترین ضرر برای سیستم به‌دست می‌آید. به عبارت دیگر، در این حالت حداقل

Archive of SID

www.SID.ir

ریسک در سیستم وجود دارد(Li et al, 2007). با جایگزینی مدل ۴ در ۳، مدل زیر به‌دست می‌آید.

$$\max f^{\pm} = \sum_{i=1}^{I}\sum_{t=1}^{T} NB_{it}^{\pm}(W_{it}^{-} + \Delta W_{it} y_{it}) - \sum_{i=1}^{I}\sum_{t=1}^{T}\sum_{k=1}^{K} p_{tk}^{\pm} C_{tk}^{\pm} D_{itk}^{\pm}$$

subject to

$$\sum_{i=1}^{I}(W_{it}^{-} + \Delta W_{it} y_{itopt} - D_{itk}^{\pm}) \le q_{th}^{\pm} + \varepsilon_{(t-1)k}^{\pm} \qquad \forall h,k = 1,2,...,k_t, \quad t = 1,2,...,T, \tag{۵}$$

$$\varepsilon_{(t-1)k}^{\pm} = q_{(t-1)k}^{\pm} - \sum_{i=1}^{I}(W_{i(t-1)}^{-} + \Delta W_{i(t-1)} y_{i(t-1)} - D_{i(t-1)k}^{\pm}) + \varepsilon_{(t-2)k}^{\pm}, \qquad \forall h,k = 1,2,...,k_{t-1},$$

$$W_{it\max}^{\pm} \ge W_{it}^{-} + \Delta W_{it} y_{it} \ge D_{itk}^{\pm} \ge 0, \qquad \forall i,t,k,$$

$$0 \le y_{it} \le 1, \quad \forall i,t.$$

هنگامی که بازه‌ی $W_{it}^{\pm}$ به صورت بهینه تعریف شود، مدل ۴ برای حل، به دو زیر مدل تقسیم می‌شود و از حل دو زیر مدل، حد بالا و حد پایین سود کل سیستم به‌دست می‌آید (Li et al, 2007). در مدل ۶ برای به‌دست آوردن بالاترین حد سود کل سیستم(f^{+})، حد بالای سود مصرف‌کنندگان(NB^{+})و حد پایین ضرر مصرف‌کنندگان(C^{-}) از مصرف آب در نظر گرفته می‌شود. مدل ۶ به‌صورت زیر فرموله می‌شود(Li et al, 2007).

$$\max f^{+} = \sum_{i=1}^{I}\sum_{t=1}^{T} NB_{it}^{+}(W_{it}^{-} + \Delta W_{it} y_{it}) - \sum_{i=1}^{I}\sum_{t=1}^{T}\sum_{k=1}^{K} p_{tk} C_{tk}^{-} D_{itk}^{-}$$

subject to

$$\sum_{i=1}^{I}(W_{it}^{-} + \Delta W_{it} y_{itopt} - D_{itk}^{-}) \le q_{th}^{+} + \varepsilon_{(t-1)k}^{+} \qquad \forall h,k = 1,2,...,k_t, \quad t = 1,2,...,T, \tag{۶}$$

$$\varepsilon_{(t-1)k}^{+} = q_{(t-1)k}^{+} - \sum_{i=1}^{I}(W_{i(t-1)}^{-} + \Delta W_{i(t-1)} y_{i(t-1)} - D_{i(t-1)k}^{-}) + \varepsilon_{(t-2)k}^{+}, \qquad \forall h,k = 1,2,...,k_{t-1},$$

$$W_{it\max}^{+} \ge W_{it}^{-} + \Delta W_{it} y_{it} \ge D_{itk}^{-} \ge 0, \qquad \forall i,t,k,$$

$$0 \le y_{it} \le 1, \quad \forall i,t.$$

D_{itk}^{-} و y_{itopt} و f_{opt}^{+} از حل مدل ۶ به‌دست می‌آید. در مدل ۷، برای به‌دست آوردن پایین‌ترین حد سود کل سیستم(f^{-})، حد پایین سود مصرف‌کنندگان(NB^{-}) و حد بالای ضرر مصرف‌کنندگان(C^{+}) از مصرف آب در نظر گرفته می‌شود. مدل ۷ به‌صورت زیر فرموله می‌شود (Li et al, 2007).

Archive of SID

www.SID.ir

$$\max f^{-} = \sum_{i=1}^{I}\sum_{t=1}^{T} NB_{it}^{-}(W_{it}^{-} + \Delta W_{it} y_{it}) - \sum_{i=1}^{I}\sum_{t=1}^{T}\sum_{k=1}^{K} p_{tk} C_{tk}^{+} D_{itk}^{+}$$

subject to

$$\begin{aligned}
&\sum_{i=1}^{I}(W_{it}^{-} + \Delta W_{it} y_{itopt} - D_{itk}^{+}) \le q_{th}^{-} + \varepsilon_{(t-1)k}^{-} \qquad \forall h,k = 1,2,...,k_t, \quad t = 1,2,...,T, \\
&\varepsilon_{(t-1)k}^{-} = q_{(t-1)k}^{-} - \sum_{i=1}^{I}(W_{i(t-1)}^{-} + \Delta W_{i(t-1)} y_{i(t-1)} - D_{i(t-1)k}^{+}) + \varepsilon_{(t-2)k}^{-}, \qquad \forall h,k = 1,2,...,k_{t-1}, \\
&W_{it\max}^{-} \ge W_{it}^{-} + \Delta W_{it} y_{it} \ge D_{itk}^{+} \ge 0, \qquad \forall i,t,k, \\
&D_{itk}^{\pm} \ge D_{itkopt}^{-}, \qquad t = 1,2,...,T,
\end{aligned} \tag{۷}$$

مقدار f_{opt}^{-} و D_{itk}^{+} از حل مدل ۷ به‌دست می‌آید. با استفاده از جواب‌های مدل ۶ و ۷ روابط زیر به‌دست می‌آید(Li et al, 2006).

$$\begin{aligned}
&f_{opt}^{+} = \left[f_{opt}^{-}, f_{opt}^{+}\right], \\
&D_{itkopt}^{\pm} = \left[D_{itkopt}^{-}, D_{itkopt}^{+}\right]
\end{aligned} \tag{۸}$$

در نتیجه تخصیص بهینه‌ی آب برای دوره‌ی برنامه‌ریزی(A_{itkopt}) به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$A_{itkopt}^{\pm} = W_{itopt}^{\pm} - D_{itkopt}^{\pm}, \qquad \forall i,t,k \tag{۹}$$

با حل مدل مذکور، تخصیص آب بین مصرف‌کنندگان رقیب و کمبود آب در سناریوهای مختلف به‌دست می‌آید.

نتایج و بحث

برای به‌دست آوردن احتمال شدت جریان آب(جریان آب کم و یا زیاد) بر اساس داده‌های بارندگی ۳۰ سال گذشته در شهر تهران و در محل سد و با استفاده از شاخص بارندگی استاندارد درصد سال‌های خشک و تر محاسبه شده و از این درصدها برای احتمال وقوع سطح جریان کم و زیاد جریان خروجی آب سد استفاده شد. شاخص بارندگی استاندارد به‌صورت زیر تعریف می‌شود (Najafi Hajivar et al, 2006).

$$SPI = \frac{(P_i - P)}{S} \tag{۱}$$

Archive of SID

www.SID.ir

که در آن P_i بارندگی سال مد نظر، p میانگین بارندگی بلندمدت و S انحراف معیار بلندمدت بارندگی است. اگر شاخص مذکور بیشتر از ۰ باشد، ترسالی و اگر کمتر از ۰ باشد، خشکسالی وجود دارد. نتایج نشان داد که در ۰/۶۹ درصد حالات طی ۳۰ سال گذشته در محل سد لار خشکسالی و ۰/۳۱ درصد ترسالی بوده است.

از آنجا که عرضه‌ی آب برای ۴ سال آینده یک متغیر تصادفی است، با استفاده از روش شبیه‌سازی و کاربرد اعداد تصادفی برای سال‌های مختلف، ۱۰۰ بار عرضه‌ی آب به‌صورت تصادفی شبیه‌سازی و این اعداد با در نظر گرفتن یک بازه با استفاده از حداکثر و حداقل داده‌های گذشته و انحراف معیار آنها در نظر گرفته شد. شایان ذکر است ۱۰۰ بار انتخاب تصادفی میزان عرضه برای حالت جریان کم آب، از سال‌های خشک و برای حالت دیگر از سال‌های تر انتخاب شد (Sabouhi et al, 2009). جدول ۱ نتایج حاصل را نشان می‌دهد.

به علت عدم توسعه‌ی کشاورزی در منطقه در چهار سال آینده، داده‌های میزان تخصیص آب برای کشاورزان از میزان آب مورد تقاضای سال‌های قبل آنها بابت سطح زیر کشت سال ۹۱ و با در نظر گرفتن یک بازه به دست آمد. در مورد مصرف‌کنندگان شهری ابتدا با استفاده از نرخ رشد جمعیت سالانه، جمعیت سه سال آینده‌ی تهران محاسبه شد. تقاضای آب مردم تهران از سد لار، از حاصل ضرب جمعیت تحت پوشش سد در الگوی مصرف انفرادی آب شهر تهران به‌دست آمد. جدول ۲ تخصیص آب هدف بین مصارف شهری و کشاورزی در طی افق برنامه‌ریزی را نشان می‌دهد.

برای به‌دست آوردن سود و زیان مصرف‌کننده‌ی شهری به ازای یک واحد آب اضافی رها شده، با کاربرد تابع تقاضای آب شهر تهران(Khosh Akhlagh,2002) و مفهوم مازاد مصرف‌کننده، سود و زیان فرد شهری به ازای یک واحد تغییر در میزان آب مصرفی برای سال‌های گذشته به‌دست آمده و برای سه سال آینده با استفاده از روش ARIMA پیش‌بینی شد. نتایج حاصل از سود و زیان مصرف‌کننده‌ی شهری در جدول ۳ آمده است.

برای حصول سود سه سال آینده‌ی کشاورزان، ابتدا الگوی کشت منطقه محاسبه و با تغییر ۱ واحدی آب، بازده‌ی ناخالص محاسبه شد. این عمل به دفعات تکرار گردید تا رابطه‌ای بین میزان آب مصرفی و سود حاصل از آن به‌دست آید. سپس با استفاده از این رابطه و آمار آب تخصیصی سد لار به بخش کشاورزی در طی ۲۰ سال گذشته، سود حاصل برای ۲۰ سال گذشته محاسبه و توسط مدل ARIMA برای سه سال آینده پیش‌بینی گردید. در حالت ضرر، تفاوت بین قیمت خرید ۱ واحد آب از سایر منابع و قیمت خرید حقابه به عنوان کاهش در سود کشاورز در سال‌های گذشته محاسبه و برای سه سال آینده پیش‌بینی شد. نتایج حاصل از سود و ضرر مصرف‌کننده کشاورزی در جدول ۴ آمده است.

Archive of SID

www.SID.ir

با کاربرد داده‌های اولیه و حل مدل نتایج حاصل گردید. جدول ۵ تخصیص بهینه‌ی آب تحت ۴ سناریو در دوره‌ی اول با استفاده از مدل IMP را نشان می‌دهد. همان طور که در جدول مشاهده می‌شود، تقاضای هدف برای مصرف‌کننده‌ی شهری و کشاورزی به‌ترتیب برابر با $W_{11}=241$ و $W_{21}=185$ است. متغیرهای D_{111} نشان می‌دهند که برای مصرف‌کننده‌ی کشاورزی در سال خشک کمبود آبی برابر با (۳۵ و ۰) وجود خواهد داشت. در سایر حالات مساله مبهم‌تر می‌شود و اگر سایر مصرف‌کنندگان تمام تقاضای هدف خود را استفاده نکنند، کمبود آب کاهش می‌یابد. اما تحت شرایط رسیدن به تقاضای هدف توسط سایر مصرف‌کنندگان، کمبود آب افزایش می‌یابد.

جدول ۶ تخصیص بهینه‌ی آب تحت سناریوهای ممکن در دوره‌ی دوم را نشان می‌دهد. متغیرهای $D_{121}=[0,48]$ و $D_{122}=[0,39]$ به این معناست که برای مصرف‌کننده‌ی ۱ (شهری)، تحت سطوح جریان پایین و بالا در دوره‌ی ۲، کمبود آب برابر با (۴۸ و۰) و (۳۹ و۰) است. مجموعه جواب $D_{126}=D_{226}=0$ نشان می‌دهد که در حالت سطح جریان زیاد در دوره‌ی دوم در بخش شهری و کشاورزی کمبود آبی وجود ندارد اگر سطح جریان آب در دوره‌ی اول نیز بالا باشد.

جدول ۷ تخصیص بهینه‌ی آب برای دو مصرف‌کننده‌ی را تحت تمام سناریوهای ممکن در دوره‌ی ۳ نشان می‌دهد. مقادیر $D_{131}=[0,46]$، $D_{231}=[0,48]$ به این معناست که اگر سطح جریان آب در هر سه دوره کم باشد، مقدار (۴۶ و۰) و (۴۸ و۰) واحد کمبود آب به ترتیب برای مصرف‌کننده‌ی شهری و کشاورزی تحت دوره‌ی سوم وجود دارد. مقادیر $D_{1314}=[0,24]$، $D_{2314}=0$ به این معناست که اگر سطح جریان آب در هر سه دوره زیاد باشد، مقادیر(۳۱ و۰)و (۲۲ و۰) واحد کمبود آب به‌ترتیب برای مصرف‌کننده‌ی شهری و کشاورزی تحت دوره‌ی سوم وجود دارد. همچنین اگر جریان آب در دوره‌ی سوم زیاد باشد، در اکثر موارد کمبود آبی برای مصرف‌کننده‌ی شهری و کشاورزی در دوره‌ی سوم وجود نخواهد داشت.

حل تابع هدف $f^{\pm}=[43885101,52251315]$ دو حد نهایی ارزش مورد انتظار سود خالص سیستم(ریال) در طی افق برنامه‌ریزی را نشان می‌دهد. سود خالص سیستم نیز مانند سایر متغیرهای مدل بین دو حد بالا و پایین f^{+} و f^{-} تغییر می‌کند. در شرایطی تقاضای آب هدف توسط مصرف کنندگان صورت گیرد، یک طرح با پایین‌ترین سود، بهتر می‌تواند در مقابل کم آبی مقاومت کند. تمایل برای رسیدن به حد بالای سود سیستم مطابق با رسیدن به ریسک بالاتر می‌باشد و بالعکس. به‌طور کلی در حالت $W_i^{\pm}=W^{-}$ ، مدیر سیستم محافظه‌کارانه عمل می‌کند و حد پایین تقاضای آب هدف را به مصرف‌کنندگان وعده می‌دهد. این مساله موجب می‌شود تا هر دو متغیر کمبود آب $D_{ijopt}^{\pm}$ و تخصیص نهایی آب $A_{ijopt}^{\pm}$ نسبت به حالت عادی کاهش یابد. در صورتی که تقاضای آب هدف به بالاترین حد خود برسد ($W_i^{\pm}=W^{+}$) مدیر به صورت خوش

Archive of SID

www.SID.ir

بینانه آب را در اختیار مصرف‌کنندگان قرار می‌دهد. در این حالت هر دو متغیر کمبود آب $D^{\pm}_{ijopt}$ و تخصیص نهایی آب $A^{\pm}_{ijopt}$ نسبت به حالت عادی افزایش می‌یابد. همانطور که ملاحظه می‌شود، در این حالت با رخ دادن ترسالی به احتمال زیاد آب مورد نیاز مصرف‌کنندگان تامین می‌شود؛ اما در سال‌های خشک ریسک تامین آب مورد نیاز مصرف‌کنندگان بالا است.

جدول ۵ تخصیص بهینه‌ی آب تحت ۴ سناریو در دوره‌ی اول را با استفاده از مدل برنامه‌ریزی تصادفی چندمرحله‌ای بازه‌ای(Interval Multi stage Stochastic Linear Programming) نشان می‌دهد. همانطور که در جدول مشاهده می‌شود، تقاضای هدف برای مصرف‌کننده‌ی شهری و کشاورزی به‌ترتیب برابر با $W_{11}=298$ و $W_{21}=188$ است. به طور کلی هنگامی که سطح جریان متوسط یا زیاد بوده و تقاضای آب هدف توسط یکی از بخش‌ها صورت نگیرد، کمبود آب ممکن است کاهش یابد. اما اگر تقاضای هدف صورت گیرد، کمبود آب تشدید خواهد شد.

نتیجه گیری و پیشنهادات

در مطالعه‌ی حاضر مدیریت آب سد لار با استفاده از روش از برنامه‌ریزی تصادفی نادقیق پنج مرحله‌ای مورد بررسی قرار گرفت. در شرایطی تقاضای آب هدف توسط مصرف‌کنندگان صورت گیرد، یک طرح با پایین‌ترین سود بهتر می‌تواند در مقابل کم آبی مقاومت کند. تمایل برای رسیدن به حد بالای سود سیستم مطابق با رسیدن به ریسک بالاتر می‌باشد و بالعکس. به طور کلی در حالت $W^{\pm}_{i}=W^{-}$ ، مدیر سیستم محافظه کارانه عمل کرده و حد پایین تقاضای آب هدف را به مصرف‌کنندگان وعده می‌دهد. این مساله موجب می‌شود تا هر دو متغیر کمبود آب $D^{\pm}_{ijopt}$ و تخصیص نهایی آب $A^{\pm}_{ijopt}$ نسبت به حالت عادی کاهش یابد. در صورتی که تقاضای آب هدف به بالاترین حد خود برسد ($W^{\pm}_{i}=W^{+}$) مدیر به‌صورت خوش‌بینانه آب را در اختیار مصرف‌کنندگان قرار می‌دهد. در این حالت هر دو متغیر کمبود آب $D^{\pm}_{ijopt}$ و تخصیص نهایی آب $A^{\pm}_{ijopt}$ نسبت به حالت عادی افزایش می‌یابد. در تمام حالات بروز کم آبی می‌توان از آب سایر سدها برای آبرسانی به تهران استفاده نمود. در بخش کشاورزی افزایش راندمان آبیاری و در صورت امکان استفاده از سیستم‌های آبیاری مدرن و در بخش شهری اصلاح شبکه‌ی آبرسانی، به‌کارگیری تکنولوژی‌های مدرن کاهنده‌ی آب، آموزش صرفه‌جویی در مصارف آب شهری و کاهش الگوی مصرف توصیه می‌شود. اصلاح سیاست قیمت‌گذاری به نحوی که قیمت آب انعکاسی از قیمت‌گذاری واقعی باشد نیز راهکاری مناسب در این زمینه است.

Archive of SID

www.SID.ir

فهرست منابع:

1. Azarmsa, M., Fayaz, M., and Tathiri, M. (2000). ” Water resource management and Sefid Rud River irrigation and drainage network” . Tehran, Collection of Tenth Conference on Iran Irrigation and Drainage:111-124.(In Farsi).
2. Borhani Daryan, A. and Mortazavi Naeeni, S. M. (1999).” Comparison of the methods explored the optimum utilization of water resources“. Journal of Water and Wastewater ,19(4(68)): 57-66. (In Farsi).
3. Gelyan, S., Abrishamchi, A., and Tajrishi, M. (2007). “ Analysis of operational policies in the basin's water resources with system dynamics method “. Journal of Water and Wastewater,18(3)63)):70-80. (In Farsi).
4. Huang, G. H. (1996). "IPWM: an interval parameter water quality management model". Engineering Engineer Optimization., 26, 79–103.
5. Huang, G., Baetz, B.W., and Patry, G.G. (1992). "A grey linear programming approach for municipal solid waste management planning under uncertainty". Civil Engineering Systems., 9, 319-335.
6. Khosh Akhlagh, R., Samadi, S., Emadzadeh, M, and H, Hadizadeh Kheir khah. (2002). Estimated water demand in Tehran. Tarbiat Modarres Journal of Economic Research, 4(2): 109-130. (In Farsi).
7. Li, Y. P., Huang, G. H., and Nie, S.L. (2006). "An interval-parameter multi-stage stochastic programming model for water resources management under uncertainty". Advances in Water Resources., 29, 776-789.
8. Li, Y. P., Huang, G. H., Nie, S. L., and Liu, L. (2007b). "An inexact multi-stage stochastic integer programming method for water resource management". Journal of Environmental Management, <Online available in sciencedirect> .
9. Li, Y. P., Huang, G. H., Yang, Z. F., and Nie, S. L. (2008). IFMP: Interval- fuzzy multistage programming for water resource management under uncertainty. Resource Conservation Recycling. <Available online at www.sciencedirect.com.

Archive of SID

www.SID.ir

10. Najafi Hajivar, M., Kohpeima, A., and Tahmasbi, A. (2006). "Indices of drought in the province of Chahar Mahal and Bakhtiari". The first regional conference of exploitation of water resources and basins of Karun Zayanderood, Shahr Kord University. (In Farsi).
11. Rastegaripour, F., and M,Sabouhi. (2009). determination of Crop pattern with fuzzy gray Programming. Information Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources, 48:405-413. (In Farsi).
12. Sabouhi, M., Rastegaripour, F., and A.A, Kehkha. (2009). Optimal allocation of Torogh Dam Water between agricultural and urban sectors by an Interval Parameter Fuzzy Two Stages Stochastic Programming under Uncertainty. Journal of Economy and Agriculture. 3(1):31-53. (In Farsi).
13. Tagrishi, M. and Abrishamchi, A. (2004). "Demand management of water resources in the country".Tehran, Conference on methods to prevent waste of natural resources :24-41. (In Farsi).
14. unknown. (2007). "Kardeh dam". Statistics unit of Khorasan Regional Water Company. (In Farsi).
15. Ahmed, N.2010. Marketing of low-valued cultured fi sh in Bangladesh: An evaluation of value chain. Department of Fisheries Management, Bangladesh Agricultural University. Volume XV No. 3 .
16. Al-Mazrooei, N; Chomo,G.V;Omezzine,A. 2003. Purchase Behavior of Consumers for Seafood Products Journal of Agricultural and Marine Sciences , 8(1):1-10.
17. Adeli, A; Hasangholipour,T; Hossaini,S.A; Salehi , H. B. 2010. Shabanpour Tehranish Household Preference of Farmed Fish Consumption Research Journal of Fisheries and Hydrobiology, 5(2): 129-136.
18. Bose, Sh. and N. Brown, 2000. A Preliminaryinvestigation of factors affecting seafoodconsumption behavior in the inland and coastalregions of Victoria, Australia. Journal of consumerstudied & Home economics, 24: 257-262.
19. Dixie, G. (1991). Horticultural Marketing: a resource and training manual for extension pfficers. [Online]. Available on the www: url DOMINIQUE.

Archive of SID

www.SID.ir

20. Musaba, E. C;Namukwambi, M.2011. Socio-economic determinants of consumer fish purchase in Windhoek, Namibia. African Journal of Agricultural Research Vol. 6(6), pp. 1483-1488, 18 .
21. The marketing of fish (1991) ; Derived from : www.fao.org /docrep/ y2876e/y2876eon.htm: Accessed Date (1382/9/12).
22. http://fao.org/waicent/faoinfo/agricult/ags/AGSM/76.htm.

Archive of SID

www.SID.ir

پیوست‌ها:

جدول ۱- اطلاعات مربوط به عرضه آب و احتمال انواع سطح جریان

سطح جریان	احتمال مربوطه	جریان آب(میلیون متر مکعب)			
		دوره ۱ (t=۱)	دوره ۲ (t=۲)	دوره ۳ (t=۳)	دوره ۴ (t=۴)
کم	۰/۶۹	(۳۴۱و۴۷۲)	(۳۴۲و۴۵۶)	(۳۵۱و۴۶۴)	(۳۸۶و۴۵۸)
زیاد	۰/۳۱	(۴۷۸و۵۲۳)	(۴۹۶و۵۳۹)	(۴۳۱و۵۴۵)	(۴۴۸و۶۴۱)

جدول ۲- اطلاعات مربوط به تخصیص آب هدف بین مصارف شهری و کشاورزی در طی افق برنامه‌ریزی(میلیون متر مکعب)

	افق برنامه ریزی			
تقاضای آب هدف	دوره ۱ (t=۱)	دوره ۲ (t=۲)	دوره ۳ (t=۳)	دوره ۴(t=۴)
مصرف کننده شهری	(۲۳۲/۴و۲۶۲/۹)	(۲۴۸و۲۹۱)	(۲۸۹و۳۰۸)	(۲۹۵و۳۰۱)
مصرف کننده کشاورزی	(۱۶۴/۸و۲۶۷/۳)	(۱۶۸و۲۵۵)	(۱۷۲و۲۴۴)	(۱۸۱و۲۲۸)

جدول ۳- اطلاعات مربوط به سود و زیان مصرف کننده شهری به ازای یک واحد تغییر در مصرف آب(ریال)۱

	دوره ۱ (t=۱)	دوره ۲ (t=۲)	دوره ۳ (t=۳)	دوره ۴(t=۴)
سود	(۴۰۵/۴و۵۱۴/۶)	(۴۱۸/۲و۵۲۳)	(۴۲۳و۵۳۱/۴)	(۴۸۱و۵۴۸)
ضرر	(۳۳۳/۴و۴۴۲/۶)	(۳۵۴و۴۵۸)	(۳۶۸و۴۶۲)	(۳۹۲و۴۷۶)

۱ . منظور افزایش ۱ متر مکعب آب برای هر فرد شهری تحت پوشش سد

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- اطلاعات مربوط به سود و زیان مصرف کننده کشاورزی به ازای یک واحد تغییر در مصرف آب(ریال)۲

	دوره ۱ (t=۱)	دوره ۲ (t=۲)	دوره ۳ (t=۳)	دوره ۴ (t=۴)
سود	(۶۵/۲و۸۵/۳)	(۷۲و۹۴)	(۷۴و۱۰۲)	(۸۲و۱۱۶.۵)
ضرر	(۲۰/۵و۳۰/۶)	(۲۴و۳۲)	(۳۰و۳۸/۶)	(۳۶و۴۳)

۲. افزایش ۱ متر مکعب آب برای هر هکتار از اراضی باغی تحت پوشش سد

جدول ۵- حل مدل IMSLP در دوره اول

مصرف کننده	جریان آب (h)	احتمال وقوع سطح جریان (p)	تقاضای آب (w)	کمبودآب (D)	تخصیص بهینه (A)
شهری	کم	۰/۶۹	۲۴۱	(۰و۴۴)	(۱۹۷و۲۴۱)
کشاورزی	کم	۰/۶۹	۱۸۵	(۰و۳۵)	(۱۵۰و۱۸۵)
شهری	زیاد	۰/۳۱	۲۴۱	(۰و۴۱)	(۲۰۰و۲۴۱)
کشاورزی	زیاد	۰/۳۱	۱۸۵	(۰و۳۹)	(۱۴۶و۱۸۵)

جدول ۶- حل مدل IMSLP در دوره دوم

مصرف کننده	جریان آب (h)	احتمال وقوع سطح جریان (p)	تقاضای آب (w)	کمبودآب (D)	تخصیص بهینه (A)
شهری	کم- کم	۰/۴۷	۲۶۴	(۰و۴۸)	(۲۱۶و۲۶۴)
کشاورزی	کم- کم	۰/۴۷	۱۷۹	(۰و۳۵)	(۱۴۴و۱۷۰)
شهری	کم- زیاد	۰/۲۱	۲۶۴	(۰و۳۹)	(۲۲۵و۲۶۴)
کشاورزی	کم- زیاد	۰/۲۱	۱۷۹	(۰و۳۸)	(۱۴۱و۱۷۹)
شهری	زیاد- کم	۰/۲۱	۲۶۴	(۰و۳۴)	(۲۳۰و۲۶۴)
کشاورزی	زیاد- کم	۰/۲۱	۱۷۹	(۰و۲۲)	(۱۵۷و۱۷۹)
شهری	زیاد- زیاد	۰.۰۹	۲۶۴	۰	۲۶۴
کشاورزی	زیاد- زیاد	۰.۰۹	۱۷۹	۰	۱۷۹

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۷- حل مدل IMSLP در دوره سوم

مصرف کننده	جریان آب (h)	احتمال وقوع سطح جریان (p)	تقاضای آب (w)	کمبودآب (D)	تخصیص بهینه (A)
شهری	کم - کم - کم	۰/۳۲	۲۹۸	(۰و۴۶)	(۲۵۲و۲۹۸)
کشاورزی	کم - کم - کم	۰/۳۲	۱۸۸	(۰و۴۸)	(۱۴۰و۱۸۸)
شهری	کم - کم - زیاد	۰/۴۷	۲۹۸	(۰و۲۵)	(۲۷۳و۲۹۸)
کشاورزی	کم - کم - زیاد	۰/۴۷	۱۸۸	۰	۱۸۸
شهری	کم - زیاد - کم	۰/۴۷	۲۹۸	(۰و۳۱)	(۲۶۷و۲۹۸)
کشاورزی	کم - زیاد - کم	۰/۴۷	۱۸۸	(۰و۲۱)	(۱۶۷و۱۸۸)
شهری	کم - زیاد - زیاد	۰.۰۶	۲۹۸	۰	۲۹۸
کشاورزی	کم - زیاد - زیاد	۰.۰۶	۱۸۸	(۰و۲۱)	(۱۶۷و۱۸۸)
شهری	زیاد - کم - کم	۰/۴۷	۲۹۸	(۰و۲۴)	(۲۷۴و۲۹۸)
کشاورزی	زیاد - کم - کم	۰/۴۷	۱۸۸	(۰و۲۸)	(۱۶۰و۱۸۸)
شهری	زیاد - کم - زیاد	۰.۰۶	۲۹۸	۰	۲۹۸
کشاورزی	زیاد - کم - زیاد	۰.۰۶	۱۸۸	۰	۱۸۸
شهری	زیاد - زیاد - کم	۰.۰۶	۲۹۸	(۰و۲۴)	(۱۷۴و۲۹۸)
کشاورزی	زیاد - زیاد - کم	۰.۰۶	۱۸۸	۰	۱۸۸
شهری	زیاد - زیاد - زیاد	۰.۰۲	۲۹۸	(۰و۲۴)	(۱۷۴و۲۹۸)
کشاورزی	زیاد - زیاد - زیاد	۰.۰۲	۱۸۸	۰	۱۸

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۸- حل مدل IMSLP در دوره چهارم

مصرف کننده	جریان آب(h)	احتمال وقوع سطح جریان(p)	تقاضای آب(w)	کمبودآب(D)	تخصیص بهینه(A)
شهری	کم - کم - کم -کم	0.22	۳۰۱	(۰و۵۴)	(۲۴۷و۳۰۱)
کشاورزی	کم - کم - کم -کم	0.22	۱۹۵	(۰و۴۸)	(۱۴۷و۱۹۵)
شهری	کم - کم - کم -زیاد	0.1	۳۰۱	(۰و۴۶)	(۲۵۵و۳۰۱)
کشاورزی	کم - کم - کم -زیاد	0.1	۱۹۵	(۰و۴۸)	(۱۴۷و۱۹۵)
شهری	کم - کم - زیاد -کم	0.1	۳۰۱	(۰و۴۶)	(۲۵۵و۳۰۱)
کشاورزی	کم - کم - زیاد -کم	0.1	۱۹۵	(۰و۴۸)	(۱۴۷و۱۹۵)
شهری	کم - کم - زیاد -زیاد	0.04	۳۰۱	(۰و۲۵)	(۲۷۶و۳۰۱)
کشاورزی	کم - کم - زیاد -زیاد	0.04	۱۹۵	۰	۱۹۵
شهری	کم - زیاد - کم - کم	0.1	۳۰۱	۰	۳۰۱
کشاورزی	کم - زیاد - کم - کم	0.1	۱۹۵	۰	۱۹۵
شهری	کم - زیاد - کم - زیاد	0.04	۳۰۱	(۰و۳۱)	(۲۷۰و۳۰۱)
کشاورزی	کم - زیاد - کم - زیاد	0.04	۱۹۵	(۰و۲۱)	(۱۷۴و۱۹۵)
شهری	کم - زیاد - زیاد -کم	0.04	۳۰۱	(۰و۲۴)	(۲۷۷و۳۰۱)
کشاورزی	کم - زیاد - زیاد -کم	0.04	۱۹۵	۰	۱۹۵
شهری	کم - زیاد - زیاد -زیاد	۰.۰2	۳۰۱	۰	۳۰۱
کشاورزی	کم - زیاد - زیاد -زیاد	۰.۰2	۱۹۵	(۰و۲۱)	(۱۷۴و۱۹۵)
شهری	زیاد - کم - کم -کم	0.1	۳۰۱	(۰و۴۶)	(۲۵۵و۳۰۱)
کشاورزی	زیاد - کم - کم -کم	0.1	۱۹۵	(۰و۴۸)	(۱۴۷و۱۹۵)
شهری	زیاد - کم - کم -زیاد	0.04	۳۰۱	(۰و۲۴)	(۲۷۷و۳۰۱)
کشاورزی	زیاد - کم - کم -زیاد	0.04	۱۹۵	(۰و۲۸)	(۱۶۷و۱۹۵)
شهری	زیاد - کم - زیاد -کم	0.04	۳۰۱	(۰و۲۴)	(۲۷۷و۳۰۱)
کشاورزی	زیاد - کم - زیاد -کم	0.04	۱۹۵	۰	۱۹۵
شهری	زیاد - کم - زیاد -زیاد	۰.۰2	۳۰۱	۰	۳۰۱
کشاورزی	زیاد - کم - زیاد -زیاد	۰.۰2	۱۹۵	۰	۱۹۵
شهری	زیاد - زیاد - کم -کم	0.04	۳۰۱	(۰و۲۶)	(۲۷۵و۳۰۱)
کشاورزی	زیاد - زیاد - کم -کم	0.04	۱۹۵	(۰و۲۸)	(۱۶۷و۱۹۵)
شهری	زیاد - زیاد - کم -زیاد	0.02	۳۰۱	(۰و۲۴)	(۲۷۵و۳۰۱)
کشاورزی	زیاد - زیاد - کم -زیاد	0.02	۱۹۵	۰	۱۹۵
شهری	زیاد - زیاد - زیاد -کم	0.02	۳۰۱	۰	۳۰۱
کشاورزی	زیاد - زیاد - زیاد -کم	0.02	۱۹۵	۰	۱۹۵
شهری	زیاد - زیاد - زیاد -زیاد	۰.۰09	۳۰۱	(۰و۲۴)	(۲۷۵و۳۰۱)
کشاورزی	زیاد - زیاد - زیاد -زیاد	۰.۰09	۱۹۵	۰	۱۹۵

Archive of SID

www.SID.ir