

برنامه ریزی و مدیریت منظر کارآمد در مصرف آب در مناطق خشک

(مطالعه موردی ایالت استرالیای جنوبی، استرالیا)

چکیده

آب، عامل محیطی تعیین کننده ای برای زندگی در مناطق خشک است؛ لذا برنامه ریزی و مدیریت خلاق برای استفاده کارآمد از این منبع در کلیه ابعاد از جمله در منظر سازی شهری ضروری است. استرالیای جنوبی، خشکترین ایالت در خشکترین قاره جهان، استرالیا، است. شرایط محلی حاکم بر منابع آب در چنین ایالتی، ضرورت بیشتر راهکارهای استفاده کارآمد از این منبع را چه برای حیات وحش ساکن و چه برای دوام زندگی انسان آشکار می سازد.

این مقاله به معرفی ایالت استرالیای جنوبی پرداخته و نیز به صورت موردی، برخی شهرهای واقع در مناطق خشک این ایالت را از نظر وضعیت برنامه ریزی و مدیریت منظر شهری و راهکارهای مورد استفاده برای مصرف کارآمد آب در آنها را مورد مطالعه قرار می دهد. این

۱. PhD Candidate

School of Natural and Built Environments, University of South
Australia

fatemeh.kazemi@postgrads.unisa.edu.au

Simon Beecham

Professor of Sustainable Water Resources Engineering

School of Natural and Built Environments, University of South
Australia

راهکارها شامل برداشت آب، استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده، آبیاری قطره ای، آبیاری شب هنگام، استفاده از مالچ، کاهش سطح کاشت چمن در باغها و فضاهای سبز، آموزش عمومی جامعه، مشارکت مردمی و مهمتر از همه انتخاب صحیح گیاهان بومی مناسب منطقه است. در پایان، تجزیه و تحلیلی از این راهکارها صورت گرفته و توصیه هایی برای منظر سازی در ایران با هدف استفاده کارآمد از آب مطرح می گردد.

امید است که مطالعه این ایالت و اصول مصرف کارآمد آب به کار رفته در برنامه ریزی و مدیریت منظر شهرهای خشک آن، به عنوان تجارب عملی به دست آمده در خشک ترین ایالت دنیا، بتواند تأکیدی بر کارآمدی این اصول در کاهش مصرف آب بوده و الگویی عملی در جهت استفاده بهینه از منابع محدود آب برای طراحان و مسئولین برنامه ریزی و مدیریت منظر در سایر کشورها از جمله ایران باشد.

کلید واژه ها: محیطهای خشک، برنامه ریزی و مدیریت منظر، مصرف کارآمد آب، استرالیای جنوبی، استرالیا

۱. مقدمه

برنامه ریزی و مدیریت منظر به مجموعه فعالیتهای اجرا شده توسط متخصصین اطلاق می گردد که اهداف طراح منظر را در سایت فراهم سازد. چنین مناظری، بتدریج و در طی زمان، در راستای اهداف طراح و استفاده کننده رشد نموده و بالغ می شوند (Cobham, ۱۹۷۷). از اهداف اصلی مدیریت منظر شهری، فراهم ساختن فرصتهای آموزشی و تفریحی و نیز حفاظت از منابع فرهنگی و طبیعی است. با این وجود، در مناطقی که منابع طبیعی محدودتر است، برنامه ریزی و مدیریت استفاده کارآمد از منابع بر اهداف دیگر رجحان دارد (Hitchmough, ۱۹۹۴). بدون شک در مناطق خشک که آب محدودکننده ترین عامل طبیعی است، برنامه ریزی و مدیریت صحیح بایستی به سمت استفاده کارآمد از این منبع سوق یابد.

نمونه بارز این گونه مناطق خشک، ایالت استرالیای جنوبی در کشور استرالیاست. ایالت استرالیای جنوبی، یکی از ایالتهای استرالیا در بخش جنوبی_مرکزی این کشور است (شکل ۱). این ایالت خشکترین ایالت در استرالیا محسوب می گردد؛ به طوری که

۸۷ درصد وسعت آن را مناطق خشک با بارندگی کمتر از ۲۵۰ میلیمتر در سال می پوشاند. بارندگی در این منطقه بسیار نادر و تبخیر بسیار شدید است. به طوری که تقریباً در تمام منطقه، میزان تبخیر ده برابر میزان بارندگی است. در این منطقه، میزان بارندگی کم و شدت بارندگی خفیف است؛ بطوریکه که امکان نفوذ مناسب آب به خاک و بهره مندی گیاه فراهم نمی گردد (Den Ouden et al., ۱۹۸۳).



شکل (۱) - نقشه استرالیا و موقعیت ایالت استرالیای جنوبی در مقایسه با ایالت‌های مجاور و آبهای اطراف

در چنین ایالتی که آب یک کمبود شدید است، راهکارهای متعددی برای استفاده کارآمد از این منبع در مراحل برنامه ریزی، طراحی و مدیریت منظر شهری اعمال گردیده است. گسترش استفاده از این راهکارها در شهرهای مناطق خشک این ایالت بسته به شدت کمبود آب، وجود امکانات و وسایل لازم و نحوه برنامه ریزی و مدیریت

به کار رفته متفاوت بوده و درصد موفقیت در دستیابی به هدف استفاده کارآمد از آب در منظر سازی این شهرها متفاوت است.

این مقاله تصویری کلی از مناظر طبیعی، پوشش گیاهی و حیات وحش استرالیای جنوبی را ارائه نموده و سپس به مطالعه موردی برخی از شهرهای مناطق خشک این ایالت و اقدامات انجام شده برای استفاده کارآمد از آب در شهرهای این ایالت می پردازد. پس از آن بررسی تحلیلی از راهکارهای به کار رفته در این شهرها برای مصرف آب به خصوص در منظر سازی شهری صورت گرفته و در پایان توصیه هایی برای بومی سازی این راهکارها برای مناطق با شرایط اقلیمی مشابه در کشور ایران مطرح می گردد.

۱-۱. مناظر طبیعی و پوشش گیاهی

دشتهای وسیع مواج احاطه شده با رشته کوههای کم ارتفاع، از مناظر عمده استرالیای جنوبی است. در برخی مناطق، تپه های شنی پوشش منطقه را احاطه می کنند و در برخی مناطق کم ارتفاع، بسترهای نمک گسترش یافته اند. چشمه های جوشان از زیباییهای چشمگیر و از منابع طبیعی ارزشمند منطقه اند که زیستگاههای ارزشمندی برای حیات وحش وابسته به آب در منطقه فراهم می سازند (Ratcliffe, ۱۹۳۶; Williams, ۱۹۷۷).

فرم زمین و ساختار خاک بسیار متنوع است؛ لذا طبقه بندی آن بسیار دشوار است. اختلافات توپوگرافی چندان بارز نیست، ولی تضاد رنگ بین تپه های شنی نارنجی روشن، دریاچه های نمک سفید رنگ، با تنوع رنگ موجود در پوشش گیاهی منطقه، مناظر خیره کننده ای ایجاد می نماید. عمق خاک سطحی اغلب بسیار کم و میزان مواد آلی آن بسیار محدود است. این عوامل همراه با قلیائیت و نمک سطحی بالای خاک، استقرار گیاهان را در این منطقه عموماً با مشکل همراه می سازد (Williams, ۱۹۷۷; Zwar, ۲۰۰۶).

به دلیل تنوع فراوان بارندگی، دما و شرایط خاک، پوشش گیاهی در این ایالت بسیار متنوع و پیچیده و اغلب سازگار با شرایط سخت منطقه است. پوشش گیاهی استپی درختچه ای، عموماً علف شور^۱، گسترده ترین پوشش گیاهی بومی منطقه است. برخی

۱. Saltbush (*Atriplex* L.)

گونه های آکاسیا^۱ نیز به صورت جنگلهای تنک عموماً مناطق غربی و شرقی این ایالت را می پوشانند. درختان و درختچه ها، در سطح وسیعی از پوشش این منطقه حضور ندارند. در خاکهای شنی و نیز در حاشیه تپه های شنی، گونه های بلوط سیاه جنوبی^۲ و کاج بومی^۳، همراه با گونه های متعددی آکاسیا با اشکوب بندی زیرینی از بوته زارهای کم ارتفاع نظیر دشتهای علف شور یافت می شود. تنها درختی که در مناطق خشک استرالیای جنوبی تا ارتفاع بیش از ۱۰ متر رشد می یابد، اکالیپتوس قرمز رودخانه ای^۴ است که در حاشیه آبراه ها یافت می شود. از گونه های غیر بومی این منطقه نیز می توان درخت آتل^۵ و درخت فلفل^۶ را نام برد (Den Ouden et al., ۱۹۸۳).

۱-۲: حیات وحش

ایالت استرالیای جنوبی، علی رغم کمبود آب، از تنوع زیستی بسیار بالایی برخوردار است. این ایالت از نظر زیستی، جزء متنوع ترین ایالات کشور استرالیاست و در برخی موارد، گونه هایی از حیات وحش را در خود جای می دهد که در هیچ نقطه دیگر دنیا یافت نمی شود. کانگوروها و شتر مرغهای استرالیایی و بسیاری گونه های پستانداران، دوزیستان، پرندهگان و حشرات از این جمله اند.

عموماً اکثر جانورانی که در مناطق خشک استرالیای جنوبی زندگی می کنند، قادر به ادامه حیات با حداقل آب می باشند. بسیاری از حشرات و مارمولکها و نیز برخی پستانداران کوچک، روزهای گرم تابستان را در حفره های زیر زمینی عمیق و خنک گذرانده و تنها در شب هنگامی که درجه حرارت محیط کاهش می یابد، ظاهر می گردند.

برخی دیگر از گیاهان و حیوانات صحرایی، تنها قادر به زندگی در مناطق خشک در مجاورت آب هستند. برکه ها، گودالهای آب حاصل از تجمع آب باران و گاهی چشمه

۱. Acacia woodland of Mulga (*Acacia anaura*) and Western Myall

(*Acacia papyrocarpa*)

۲. *Casuarina* spp.

۳. *Callitris* spp.

۴. River red gum (*Eucalyptus camaldulensis*)

۵. Athel tree (*Tamarix aphylla*)

۶. Pepper tree (*Schinus molle*)

های طبیعی و نیز برخی ریزآبراهه های رودخانه ای، زیستگاههای با کیفیتی برای بقای گونه های آبری یا وابسته به آب در این منطقه اند.

پرنندگان نیز که واضحتین فون موجود در این منطقه هستند با شرایط محیطی منطقه سازگار شده اند؛ به گونه های که بسیاری از گونه های پرنندگان در طی روز، که دمای هوا بسیار گرم است فعالند و تنها از بذرهای خشک تغذیه می کنند.

کانگوروها و دینگوها هر چند در تابستان خود را در سایه حفظ می کنند، ولی هنوز در معرض دماهای بالا هستند و بایستی حداقل در تابستان به آب آشامیدنی دسترسی داشته باشند. کانگوروهای قرمز، کانگوروهای خاکستری، والابیهای^۱ صخره ای و دینگوها همگی از پستانداران مناطق خشک استرالیا و استرالیای جنوبی می باشند که جمعیت آنها وابسته به وجود یک منبع پایدار آب است (National Parks and Wildlife Services, ۱۹۷۶).

سکونت انسانها در طی تاریخ در مجاورت حیات وحش، تاثیراتی بر بقا و دوام این موجودات داشته است. در استرالیای جنوبی، با وجود اینکه بومیان استرالیا^۲ از هزاران سال پیش در این منطقه زندگی می کرده اند و امرار معاش این انسانها عموماً از طریق توسعه فنون شکار حیوانات، نظیر شکار شترمرغهای استرالیایی^۳، کانگوروها و گله های اردک و مرغابی بوده است، ولی این روش زندگی اثر منفی چندانی بر حیات وحش منطقه نداشته است. آمدن اروپاییان که به همراه خود حیوانات اهلی را به استرالیای جنوبی خشک آوردند، تغییر عمده ای بر این منطقه و حیات وحش آن داشته است.

سطح وسیعی از زمینها، بر اثر چرای احشام، اسب، میمون، بز، شتر و خرگوش و گونه های جانوری شکارچی معرفی شده از مناطق دیگر نظیر روباه، تحت تاثیر قرار گرفته است. گسترش چراگاهها در استرالیای جنوبی خشک، منجر به استفاده بی رویه آب طبیعی محدود منطقه برای مصارف لازم احشام گردیده است و این، تاثیر منفی شدیدی بر حیات گونه های بومی داشته که حیات آنها وابسته به تامین دائمی آب در منطقه می باشد. بنابراین، آب، خون حیات در مناطق خشک استرالیا از جمله استرالیای جنوبی

۲. Wallabies

۲. Aboriginals

۳. Emus

است و بایستی با توجه و دقت استفاده شود. زیرا هر اقدام مدیریتی نادرست می تواند حیات گونه های بومی ساکن منطقه را به خطر اندازد (Jones and Zwar, ۲۰۰۳).

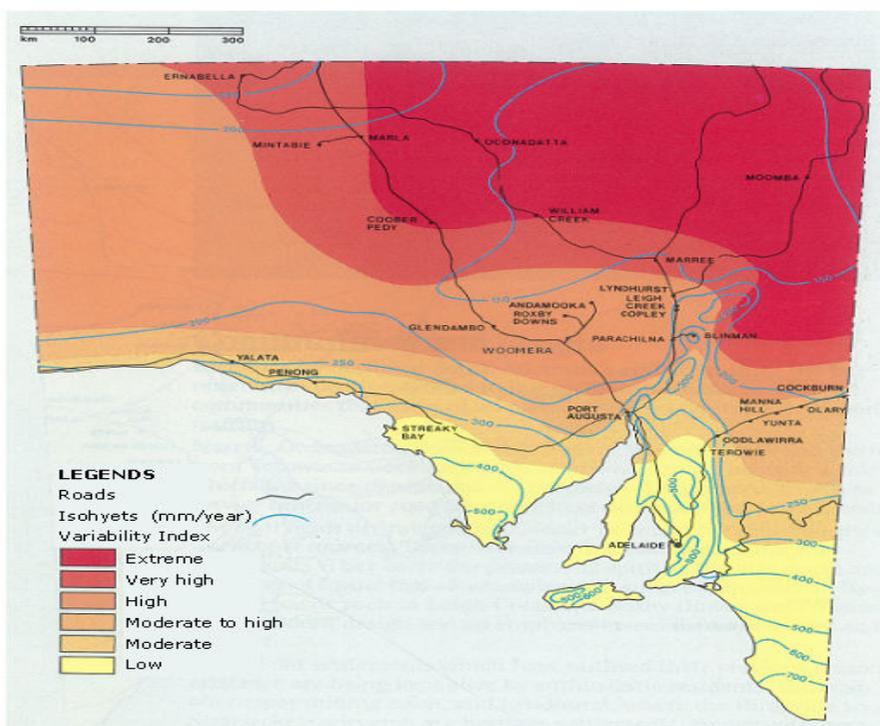
۱-۳. مثالهایی از طراحی شهری و منظر کارآمد در مصرف آب

همانطور که ذکر گردید مناطق خشک استرالیای جنوبی حدود هشتاد و پنج درصد این ایالت را در بر می گیرد. مناطق خشک استرالیای جنوبی از شهر پورت آگاستا شروع شده و به سمت شمال امتداد می یابد. شهر پورت آگاستا بر روی منحنی همباران ۲۵۰ میلیمتر قرار گرفته و اولین شهر واقع در مناطق خشک این ایالت از سمت جنوب است (شکل ۲).

غالبترین فرم کاربری زمین در این مناطق، کشاورزی و زندگی روستایی است. سطح گسترده ای از این مناطق را پارکهای ملی، مناطق زیستی حفاظت شده و محلهای مسکونی بومیان استرالیا تشکیل می دهد و بخشهایی نیز به اهداف نظامی، معدن کاری و توریسم اختصاص یافته است (Den Ouden et al., ۱۹۸۳).

از شهرهای مهم این منطقه می توان شهرهای پورت آگاستا، وومرا، لی کریک، آنداموکا، راکس بی داونز و کوبر پدی^۶ را نام برد. بررسی ذیل برخی راهکارهای به کار رفته در برنامه ریزی و مدیریت شهرهای مذکور به منظور مصرف کارآمد آب است. (شکل ۲)، موقعیت شهرهای مذکور در ایالت استرالیای جنوبی را نشان می دهد.

-
۱. Port Augusta
 ۲. Woomera
 ۳. Leigh Creek
 ۴. Andamooka
 ۵. Roxby Downs
 ۶. Coober Pedy



شکل (۲) - نقشه استرالیای جنوبی، نمایش دهنده منحنی های هم باران و موقعیت شهرهای مورد مطالعه، اقتباس از: (McLaren, N. E., ۱۹۸۷)

۱-۳-۱. پورت آگاستا

پورت آگاستا شهری به فاصله ۳۲۰ کیلومتری در شمال آدلاید است که در سال ۱۸۰۲ توسط متیو فلیندرز^۱ کشف و در سال ۱۸۵۴ به عنوان یکی از مهمترین بندرگاههای پشم، مواد معدنی و گندم در استرالیا احداث شد و شروع به فعالیت کرد. منبع اقتصاد این شهر را علاوه بر صادرات و واردات کالا، اکوتوریسم تشکیل می دهد که نزدیکی این شهر به رشته کوههای فلیندرز، به عنوان یکی از جاذبه های توریستی استرالیای جنوبی، این موقعیت را برای این شهر فراهم کرده است.

پورت آگاستا بر روی خط هم باران ۲۵۰ میلیمتر قرار گرفته و در واقع مرز بین مناطق خشک شمالی و نیمه خشک جنوبی این ایالت محسوب می گردد. به دلیل

۱. Matthew Flinders

بارندگی نسبتاً مناسب و نیز تامین بخشی از آب این شهر از شهر آدلاید، کمبود آب در این شهر همانند شهر های خشک دیگر این ایالت محسوس نیست، لذا تاکید شایانی بر اجرای کلیه اصول استفاده کارآمد از آب نظیر آبیاری شب هنگام بستر های کاشت در این شهر نمی گردد. با این وجود، استفاده از مالچ، آبیاری قطره ای و آموزش عمومی جامعه، از اصول اجرا شده برای مصرف کارآمد آب در برنامه ریزی و مدیریت منظر این شهر است. وجود باغ گیاه شناسی مناطق خشک استرالیا^۱ در این شهر، نقش عمده ای در تحقیق، آموزش و حفاظت گونه های گیاهی بومی مقاوم به خشکی در این منطقه و نیز در کل استرالیا دارد (Zwar, ۲۰۰۶).

۱-۳-۲. وومرا

وومرا، شهری در ۱۸۰ کیلومتری شمال پورت آگاستاست که بلافاصله پس از جنگ جهانی دوم توسط دولت استرالیا به عنوان مکانی برای فعالیتهای نظامی و تحقیقات در این خصوص احداث گردید. اکثر امکانات این شهر، شامل تامین آب آشامیدنی و نیز اصلاح و تصفیه فاضلابها، توسط وزارت دفاع تامین می گردد.

این شهر در یک فلات بدون درخت و سنگلاخ با خاکهای رسی سنگین، شدیداً قلیایی و با سدیم بالا احداث شده است. پوشش گیاهی شامل درختچه های کوتاه قد از خانواده بقولات و برخی گیاهان زودگذر که پس از بارندگی می رویند، می باشد. اسیدپته خاک عموماً ۹ بوده و میانگین بارندگی سالانه ۱۹۱ میلیمتر است.

تامین آب مورد نیاز شهر به طرق مختلف صورت می گیرد. آب رودخانه ماری^۲ در حال حاضر از منطقه مورگان^۳ در حدود ۴۵۰ کیلومتری جنوب شرق این شهر پمپ می شود. یک سیستم لوله کشی شبکه ای نیز در این شهر، فاضلاب اصلاح شده را به بخشهایی از شهر برای آبیاری پارکها و بسترهای کاشت منتقل می کند و از مخازن آب باران نیز در ساختمانها استفاده می شود.

شهر وومرا از یک نظر یک نمونه کارآمد طراحی شهری را نشان می دهد و آن اینکه در سطح وسیعی از طراحیهای کاشت آن، که متعلق به دهه های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ است، از

۱. Australian Arid Lands Botanic Gardens

۲. River Murray

۳. Morgan

اصول طراحی منظر کارآمد در مصرف آب پیروی شده است. این در حالی است که در آن زمان هنوز آبیاری قطره ای و باغبانی با مصرف آب کم، تنها یک تجربه بر پایه آزمایش و خطا بود. حائز اهمیت است که بسیاری از ساکنین این شهر در حال حاضر تا حد زیادی اصول منظر سازی کارآمد در مصرف آب را تجربه و حتی به کار برده اند. بیش از ۲ میلیون دلار در چند سال گذشته صرف اصلاح و بهبود منظرسازیهای عمومی و سیستم توزیع آبیاری با فاضلاب اصلاح شده، گردیده است (Zwar, ۲۰۰۴).

اصول رعایت شده برای باغبانی کارآمد در مصرف آب در این شهر شامل موارد زیر

است:

- در اکثر موارد ممکن، آبیاری بسترهای کاشت، شب هنگام صورت می گیرد، ولی در برخی موارد که به دلیل کهنگی سیستم آبیاری، احتمال پارگی لوله ها وجود دارد، آبیاری در روز انجام می شود. با این وجود با جایگزینی سیستمهای جدید، امکان آبیاری شب هنگام فراهم می گردد. در تابستان، باغهای خانگی بین ساعات ۸ صبح تا ۶ بعد از ظهر آبیاری نمی شوند.
- در بسترهای کاشت اولیه، از لوله های سفالی سرپوشدار، سوراخ دار و عمودی نصب شده در زیر خاک استفاده شده است. این سیستم کارآمد قدیمی، اکنون با سیستمهای آبیاری قطره ای برای همه بسترهای کاشت جدید و برخی بسترهای قدیمی جایگزین شده است.
- چمنهای وسیع و بی کیفیت که استفاده زیاد و چند منظوره نداشته اند، حذف و یا به حداقل سطح رسیده اند و به جای آنها گیاهان پوششی بومی بسیار زیبا و در برخی موارد سنگفرش، جایگزین شده است. سطح چمن کاری در باغهای خانگی، به حداکثر ۱۰۰ متر مربع کاهش یافته است.
- اغلب گیاهان کشت شده در مناظر عمومی، گیاهان مناطق خشک می باشند. نمونه های بالغی از درختان بومی مناطق خشک در این شهر وجود دارند. با این وجود، برخی گونه های غیر بومی نظیر خرزهره نیز در این شهر یافت می شود. سیاست طراحی کاشت بر این است که گونه های نامناسب به تدریج حذف شده و گونه های مناسب منطقه جایگزین شوند.
- از سنگریزه، پوست تنه کاج و تراشه های چوب در سطح وسیعی در بسترهای کاشت به عنوان مالچ استفاده می شود. استفاده از مالچ اخیرا در این شهر آغاز شده است.

- آموزش عمومی، شامل جلسات صحبت با دانش آموزان مدارس و استفاده از روزنامه محلی برای تبلیغ شیوه های صرفه جویی در مصرف آب، جزء برنامه های مدیریتی کارآمد برای صرفه جویی در مصرف آب است.
- از آنجا که خاک این شهر شدیداً رسی، سنگین و شور است، اصلاح خاک شامل استفاده از آهک و برخی مواد حفظ کننده رطوبت خاک^۱ برای بهبود نفوذ آب در خاک است. زمینهای فوتبال نیز به زهکشهای زیرزمینی مجهز شده اند.
- فاضلاب در پشت سدهایی در مجاورت شهر، اصلاح و نگهداری می شود. این سدها همچنین، بخش عمده ای از روان آبهای سطحی را از شهر و مناطق اطراف در مواقع بارندگی در خود نگهداری می کنند. این آبها پس از طی مراحل تصفیه شامل افزودن کلر، مجدداً به شهر پمپ می شوند تا برای آبیاری زمین فوتبال اصلی و برخی بسترهای کاشت شهر استفاده شوند. این سیستم از دهه ۱۹۵۰ در حال استفاده است.
- استفاده از هرزآبها و برداشت آن به منظور مصرف در برخی طراحی های منظر مشهود است. نمونه آن یک منطقه کوچک زیبای منظرسازی شده در اطراف یک مرکز تفریحی جدید است که در آن از روان آبهای حاصل از بارندگی برای آبیاری استفاده می شود. این پروژه، امکان برداشت آب از سطح یک پشت بام بسیار بزرگ را برای آبیاری بسترهای کاشت فراهم می سازد (Zwar, ۲۰۰۴; et al., ۱۹۹۲).

۱-۳-۳. لی کریک

لی کریک یک شهر معدنی در مجاورت دامنه کوههای فلیندرز شمالی و به فاصله ۵۷۴ کیلومتری در شمال آدلاید است. پس از جنگ جهانی دوم، شهر اولیه لی کریک با جمعیتی حدود ۹۰۰ نفر احداث گردید، ولی این شهر به دلیل عدم توجه به اصول مدیریت شهری، پس از مدتی غیر قابل سکونت گردید. علت اساسی آن، تجمع بیش از حد نمک در سفره های آب زیر زمینی، بر اثر آبیاری نادرست خصوصاً در باغهای خانگی بود. پیامد آن، مرگ درختان به علت غرقاب شدن و شوری بود (McLaren, ۱۹۸۷).

۱. E.g. Wettasoil

با گسترش فعالیتهای معدن کاری، شهر جدیدی در سمت جنوب شهر اولیه احداث گردید. این شهر جدید به استراتژیهای برای کاهش مصرف آب مجهز شد. این شهر در سال ۱۹۸۵ کامل شد و در این زمان، جمعیتی معادل ۲۴۰۰ نفر و تقریباً ده برابر شهر اولیه درخت داشت. این در حالی بود که مصرف آب در این شهر فقط به میزان بسیار اندکی در مقایسه با شهر اولیه افزایش داشت. در واقع، آمار نشان دهنده کاهش ۴۷ درصدی مصرف آب در شهر جدید در مقایسه با شهر قدیم است. تجربه به دست آمده در شهر لی کریک نشان داد که مصرف آب می تواند تا حد چشمگیری، با برنامه ریزی و اجرای دقیق یک برنامه صرفه جویی در مصرف آب، کاهش یابد (Jones and Zwar, ۲۰۰۳).

شهر جدید لی کریک از سه سمت توسط تپه های اطراف احاطه شده است و جهت چهارم نمایی از دامنه کوههای فلیندرز شمالی را نشان می دهد. میانگین بارندگی سالانه آن ۲۰۵ میلیمتر است. خاک عموماً تا حد بالای قلیایی (اسیدیته ۸/۱ تا ۱۰)، شور و اغلب دارای سدیم بالاست. بافت خاک عموماً لوم شنی است. پوشش گیاهی بومی شامل جنگلهای ملی^۱ در برخی تپه ها، و درختچه زارهای خانواده بقولات در سایر مناطق است. در طی مراحل احداث شهر، تلاش زیادی در حفظ پوشش گیاهی موجود گردیده است.

سد آرونا تنها منبع اصلی آب شهر است. اتلافات آب این سد شامل حدود ۲۵ درصد فرورفت و ۵۰ درصد تبخیر است و تنها ۲۵ درصد آن برای پمپ شدن و استفاده شهری باقی می ماند. آب، تصفیه شده و به آن کلر افزوده می شود و به صورت رایگان در اختیار ساکنان شهر قرار می گیرد. مخازن جمع آوری آب باران نیز در منازل نصب شده است. هنگامی که تامین آب بدلیل کمبود با مشکلاتی همراه است، محدودیتهایی در مصرف آب اعمال می گردد. تعداد حدود ۲۵۰۰۰۰ گیاه شامل درخت، درختچه، گیاهان پوششی و بالارونده که اغلب بومی منطقه هستند در شهر جدید لی کریک کاشت شده است (Zwar, ۲۰۰۴).

موارد زیر در طراحی و برنامه ریزی این شهر، عامل موفقیت در چنین دست یافتی در کاهش مصرف آب است:

^۱. Malle Woodland (*Eucalyptus socialis*)

- کلیه طراحیهای مناظر عمومی شامل طراحی منظر خیابانها، مجهز به آبیاری قطره ای است. تجهیزات لازم برای آبیاری قطره ای با قیمت پایین در اختیار ساکنان این شهر قرار می گیرد. در دسترس بودن این تجهیزات برای عموم باعث شده است که اکنون حدود ۸۰ درصد ساکنان برای آبیاری باغهای خانگی خود از آبیاری قطره ای استفاده کنند.
- اغلب آبیاریها در شب صورت می گیرد.
- روان آبهای حاصل از بارندگی در سطح خیابانها، در موارد ممکن به کانالهای روباز منتقل می شوند تا برای آبیاری بسترهای کاشت، به سمت فضاهای سبز هدایت شوند.
- فاضلابهای تصفیه شده برای آبیاری دو زمین فوتبال اصلی شهر، قبرستان و زمین بازی گلف و نیز برای آبیاری درختان منطقه بافر استفاده می شوند.
- تنها درختان و درختچه های بومی، تکثیر و کشت می شوند و فقط از گونه های با نیاز آبی پایین استفاده می شود.
- گیاهان بومی به طور رایگان در اختیار ساکنان قرار می گیرد و به این طریق استفاده از گیاهان بومی در باغهای خانگی گسترش می یابد.
- مواد لازم برای مالچ نظیر سنگ و چوب، در سطح وسیعی در همه بسترهای کاشت عمومی استفاده می شود و با در اختیار گذاشتن مالچ به طور رایگان برای کلیه ساکنان و حتی حمل رایگان مالچ تا محل احداث باغ، استفاده از مالچ در باغهای خانگی را گسترش می دهند.
- سطح چمن کاری به ۱۰۰ متر مربع کاهش یافته است و ساکنان به استفاده از گیاهان پوششی بومی در مقایسه با استفاده از چمن تشویق می شوند. در مواردی نیز که ضرورت کشت چمن برای استفاده عمومی و چند منظوره در مرکز شهر وجود داشته است، از چمن ریش پری^۱ که یک گونه چمن متحمل به خشکی و شوری است، استفاده شده است.
- مجوز احداث هیچ گونه استخر شنای خانگی در منازل به ساکنان داده نمی شود.
- مخازن ذخیره آب باران در کلیه منازل نصب شده است.

۱. Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*)

- محدودیتها در مصرف آب، همیشه و برای همه ساکنان اعمال می گردد. به عنوان مثال، آبیاری تنها بین ساعات ۶ شب و ۶ صبح مجاز است. با ساکنانی که مصرف آب بالایی دارند، صحبت می شود و مشکلات آنها برای کاهش مصرف آبشان در محل، بررسی می گردد و توصیه های لازم برای کاهش مصرف آب به این مصرف کنندگان داده می شود.
- آموزش عمومی در مورد نیاز و روشهای صرفه جویی در مصرف آب، به طرق مختلف نظیر جلسات گفتگو با مدارس و عموم جامعه، انتشار و پخش دفترچه های راهنما، مقالاتی در روزنامه محلی و نیز توصیه های رایگان تخصصی در زمینه های باغبانی و طراحی است.
- اصلاح خاک شامل سرپاشی آهک برای بهبود نفوذ آب آبیاری در خاکهای دارای سدیم بالاست. زمینهای فوتبال دارای سیستمهای زهکشی زیرزمینی است.

با رعایت اصول ذکر شده، شهر جدید لی کریک جنوبی اکنون به عنوان یک نمونه عالی برنامه ریزی و مدیریت شهری برای مناطق خشک شناخته شده است که در آن روشهای صرفه جویی در مصرف آب با حفظ استانداردهای طراحی منظر عمومی رعایت شده است و به این منظور جایزه برنامه ریزی و مدیریت شهری خلاق را به خود اختصاص داده است (Beal, ۱۹۸۲; Electricity Trust of South Australia, ۱۹۹۱).

۱-۳-۴. آنداموکا

آنداموکا شهری در ده کیلومتری غرب دریاچه تورنز شمالی و به فاصله ۵۸۱ کیلومتری شمال آدلاید است که به تدریج پس از کشف اپال در سال ۱۹۳۰ شروع به توسعه یافت. اپال، یک سنگ جواهر معدنی بسیار زیباست که استرالیا و به خصوص استرالیای جنوبی، عمده ترین معادن این سنگ ارزشمند را در جهان به خود اختصاص داده اند. آنداموکا، یک شهر کوچک بدون برنامه ریزی از نظر توسعه شهری است و جمعیت آن متغیر و در حال حاضر حدود ۶۰۰ نفر است (Zwar et al., ۱۹۹۲).

میانگین بارندگی سالانه آن حدود ۱۵۰ میلیمتر است. خاک، عموماً رس سنگی سخت و شدیداً قلیایی است. پوشش گیاهی طبیعی بسیار محدود است. مناظر طبیعی منطقه با پوشش گیاهی بسیار تنگی از درختچه های خانواده بقولات و گیاهان زودگذر

که پس از بارندگی ظاهر می شوند، پوشیده شده است. گاه گاهی درختان و درختچه های کوچکی نیز در آبراه ها یافت می شوند. برخی کاجهای آتل قدیمی نیز در شهر مشاهده می شود که به عنوان گیاه هرز شناخته می شوند، ولی اکثر گیاهانی که اخیراً در این شهر کاشته شده اند، اصولاً گیاهان بومی مناطق خشک هستند که بسیاری از آنها در چنین شرایط سختی به رشد ادامه می دهند. جالب توجه است که در چنین شرایط سختی، باغهای خانگی بسیار زیبایی در این شهر یافت می شود که تامین آب آبیاری آنها به وسیله فاضلاب اصلاح شده، آب باران جمع آوری شده و یا به کمک سایر روشهای برداشت آب است (Zwar et al., ۱۹۹۲; Zwar, ۲۰۰۶).

آب مصرفی از سه سد کوچک غیر دائمی در حوضه آبریز این منطقه تامین می شود. آب در مواقعی که در این سدها فراهم است به وسیله وسایل نقلیه ای به شهر منتقل می شود و در اختیار ساکنان شهر قرار می گیرد. از آنجا که تامین آب به صورت شبکه لوله کشی صورت نمی گیرد، همه ساختمانها دارای مخازن ذخیره سازی آب باران هستند. روان آبهای حاصل از بارندگی بر سطح آسفالت مدرسه این شهر نیز در یک مخزن زیر زمینی ذخیره می شود. هنگامی که سدهای محلی خشک می شوند، آب شوری زدایی شده از شهر راکس بی داونز در ۳۲ کیلومتری غرب این شهر، توسط وسایل نقلیه ای به شهر منتقل می گردد. آب در آنداموکا قیمتی حدود ۱۵ دلار استرالیا به ازای هر کیلو لیتر دارد که این ۱۵ برابر قیمت آب در آدلاید است و این علتی است که ساکنان این شهر، حداکثر صرفه جویی را در مصرف آب دارند. ساکنان آنداموکا به ندرت دارای باغهای خانگی می باشند ولی اکثراً در منازل، گیاهان گلدانی نگهداری می کنند و یا بسترهای کوچک گیاه دارند که با فاضلابهای اصلاح شده آن را آبیاری می کنند (Zwar, ۲۰۰۴).

از آنجا که آنداموکا یک شهر برنامه ریزی شده از نظر طراحی شهری نیست، طراحی منظر آن از نظر اصول صرفه جویی آب به کاملی برخی دیگر از شهرهای مورد مطالعه نظیر راکس بی داونز و لی کریک نیست. با این وجود، برخی نکات مثبت در این خصوص در این شهر مشاهده می گردد. از آن جمله اینکه برخی بسترهای کاشت به آبیاری قطره ای مجهز هستند، فاضلاب اصلاح شده، عموماً برای آبیاری درختان توسط ساکنین استفاده می شود، بنابراین برای آبیاری بسترهای کاشت در مناطق عمومی فراهم نیست.

آنداموکا امکان یک مقایسه آسان را بین این شهر به عنوان یک شهر برنامه ریزی نشده با محدودیتهای شدید آب، با سایر شهرهای مورد مطالعه در این مقاله که برنامه ریزی شهری در طراحی آنها دقیقتر بوده و از نظر تامین آب نیز در شرایط بهتری می باشند، فراهم می سازد (Zwar et al., ۱۹۹۲; Zwar, ۲۰۰۴).

۱-۳-۵. راکس بی داونز

راکس بی داونز، شهری نسبتاً جدید به فاصله ۵۶۴ کیلومتری شمال آدلاید است. این شهر به منظور استخراج معادن عظیم مس، اورانیوم، طلا و نقره و کارخانه های فرآوری این ترکیبات معدنی ساخته شده است. نخستین ساکنان این شهر در سال ۱۹۸۷ در آن سکونت گزیدند. جمعیت کنونی این شهر حدود ۴۰۰۰ نفر است. این شهر در حال حاضر از برخی طراحیهای منظر بسیار زیبا برخوردار است. به طوری که به شهر جلوه زیبایی از مناظر طبیعی استرالیا داده و هماهنگی بسیار خوبی با مناظر طبیعی مجاور آن ایجاد کرده است.

میانگین بارندگی سالیانه آن حدود ۱۵۰ میلیمتر است. خاکها عموماً شن قرمز عمیق با اسیدیته متغیر بین ۷ تا ۸ هستند. همچنین برخی اوقات در کانالهای طبیعی، خاکهای رسی با اسیدیته بین ۸ تا ۹/۵ مشاهده می شود. پوشش گیاهی بومی عموماً شامل جنگلهای کوتاه قد و درختچه زارهای بلند قد است. گونه های درختی شامل کاج بومی^۱، برخی گونه های آکاسیا^۲، زرد آلوی بومی^۳ و سایر گونه های بومی دیگر^۴ همگی به طور طبیعی در این منطقه می رویند. پوشش وسیعی از گیاهان خانواده بقولات در خاکهای سنگینتر، و گیاهان علفی چند ساله و دامنه وسیعی از گونه های گیاهی زودگذر در خاکهای شنی یافت می شوند.

آب مصرفی از چاه بزرگی به فاصله ۲۰۰ کیلومتری شهر پمپ می شود و به وسیله اسمز معکوس شوری زدایی می گردد تا برای مصرف شرب قابل استفاده گردد. هزینه آب برای ساکنان این شهر ۲/۳۰ دلار استرالیا به ازای هر کیلو لیتر است.

۱. *Callitris glaucophylla*

۲. *Acacia papyrocarpa*, *Acacia aneura* and *Acacia ligulata*

۳. *Pittosporum phylliraeoides*

۴. *Dodenaia viscosa subsp. Angustissima* and *Santalum acuminatum*

بذر گیاهان بومی جمع آوری و تکثیر می گردد. بسیاری از درختان و درختچه های بومی به طراحی منظر در هر دو بخش عمومی و خصوصی افزوده شده اند. حصاری به طول ۱۶ کیلومتر که تقریباً ۱۴۰۰ هکتار از شهر را در بر می گیرد، برای جلوگیری از ورود خرگوش و سایر جونندگان به شهر و محافظت پوشش گیاهی تعبیه شده است (Zwar, ۲۰۰۴).

اصول متعددی برای استفاده کارآمد از آب در باغبانی شهری این شهر اعمال گردیده است:

- آبیاری قطره ای در همه بسترهای کاشت استفاده می شود.
- اغلب آبیاریها در شب صورت می گیرد.
- مناطق چمن کاری به حداقل کاهش یافته است. مرکز شهر که دارای سطح وسیع چمن کاری است، از این قاعده مستثناست. زمینهای بازی به صورت چند منظوره، هم برای مدارس و هم برای عموم جامعه، مورد استفاده قرار می گیرند. این امر هزینه های مجدد برای احداث زمین چمن را کاهش داده است. زمینهای بازی بولینگ، تنیس و بسکتبال، با چمن مصنوعی پوشیده شده اند.
- فاضلاب پس از اصلاح و تصفیه شامل افزودن کلر، مورد استفاده قرار می گیرد. این آب برای آبیاری کلیه پارکها، زمین فوتبال اصلی و زمینهای بازی مجاور آن و نیز بخشی از زمین گلف استفاده می شود.
- روان آبهای حاصل از بارندگی، از خیابانها برداشت شده و در برکه هایی در حاشیه شهر جمع آوری می شود. پس از آن در تالابهای تصفیه آب باران برای ذخیره سازی پمپ می شود و در زمان لازم برای آبیاری زمینهای فوتبال و گلف استفاده می گردد. این روش ساده ولی کارآمد، تا حد قابل توجهی باعث افزایش حجم فاضلاب اصلاح شده و در دسترس برای آبیاری می شود و شوری آن را کاهش داده و لذا کیفیت آن را افزایش می دهد. زمین گلف، معمولاً با ترکیبی از آب با شوری بالا، روان آبهای حاصل از بارندگی و فاضلابهای اصلاح شده، آبیاری می شود تا آب آبیاری با کیفیت قابل قبول به دست آید.
- همه بسترهای کاشت دارای مالچ هستند. تراشه های چوب کاج و پوست کاج در حد وسیعی به عنوان مالچ استفاده می شوند که علاوه بر نقش مثبت در

کاهش مصرف آب آبیاری، نقش مثبت دیگری در تثبیت توده های شن نیز دارند. گیاهان پوششی نیز در برخی مناطق نقش مالچ زنده را ایفا می کنند.

■ در مناطق منظر سازی شده عمومی، اصلاح خاک عموماً صورت نگرفته است. زهکشهایی در زیر سطح خاک، در زمین فوتبال اصلی تعبیه شده است تا زهکشی خاک را تسهیل نماید و احتمال تجمع شوری در سطح خاک را در دراز مدت کاهش دهد.

■ آموزش عمومی شامل گرد آوری و توزیع دفترچه راهنمای باغهای خانگی است که اصول ذخیره آب در باغ را توصیه می کند. این دفترچه همراه با لیستی از گیاهان بومی و یک مجموعه ابزارهای لازم برای آبیاری قطره ای، به طور رایگان در دسترس کلیه ساکنان جدید این شهر قرار می گیرد. جلسات و روزهای خاصی برای آموزش کاشت گیاهان برای دانش آموزان اختصاص می یابد و گاه گاهی مقالاتی در روزنامه محلی، نیاز به ذخیره سازی آب و روشهای انجام آن را توضیح می دهند. همچنین یک سری خدمات رایگان برای توصیه های باغبانی فراهم است.

■ الزام برای شهرداری، در جلوگیری از صدمه به مناظر طراحی شده و به توسعه دهندگان، برای حفظ پوشش گیاهی موجود و الحاق آن به طراحیهای جدید منظر، افزایش یافته است. ساکنان نیز مجبورند از محیطهای کشت شده و طبیعی مراقبت نمایند.

به طور کلی، راکس بی داووز یک شهر سبز، به خوبی نگهداری شده، و با طراحیهای منظر بسیار زیباست و این دستاورد، حاصل کاربرد اصول استفاده کارآمد از آب در فضاهای سبز عمومی است. بیش از ده سال است که این شهر هر ساله به عنوان یکی از بهترین ده شهر ایالت استرالیای جنوبی از نظر برنامه ریزی و مدیریت پایدار منظر در مصرف کارآمد آب شناخته شده است (Zwar, ۱۹۹۲; Zwar, ۲۰۰۶).

۱-۳-۶. کوبرپدی

کوبر پدی، شهری به فاصله ۸۴۲ کیلومتری شمال آدلاید است. این شهر، به عنوان یک شهر معدنی اپال، پس از کشف این سنگ معدن ارزشمند در این شهر در سال ۱۹۱۵ توسعه یافت. کوبرپدی با جمعیتی حدود ۳۵۰۰ نفر، دومین شهر بزرگ در منطقه خشک

استرالیای جنوبی است. این شهر به عنوان مهمترین شهر معدنی اپال در استرالیای جنوبی، منبع اقتصاد خود را از اپال و توریسم تامین می نماید. در این شهر، شهرداری و دولت محلی، مسئولیت تامین آب شهر را بر عهده دارند.

میانگین بارندگی سالانه ۱۳۹ میلیمتر است. خاک، رس سنگی با سدیم بالا و قلیایی است. پوشش گیاهی محلی، بسیار تنک و شامل درختچه های کوتاه قد خانواده بقولات همراه با گیاهان زودگذر است که پس از بارندگی ظاهر می شوند. درختان و درختچه های کوتاه قد نیز در اطراف نهرها یافت می شوند (McLaren, ۱۹۸۷; Zwar, ۲۰۰۴).

مخازن آب باران در بسیاری از ساختمانها مورد استفاده قرار می گیرند. این شهر اکنون مجهز به سیستم شبکه تامین آب شوری زدایی شده به روش اسمز معکوس است، ولی آب مناطق اطراف شهر، به وسیله مخزن تامین می شود. آب آبیاری شبکه ای به ازای هر لیتر ۴/۷۰ دلار استرالیا قیمت دارد و آب در دسترس قرار گرفته توسط وسایل نقلیه از خارج شهر، هزینه ای معادل ۵ دلار استرالیا به ازای هر کیلو لیتر به علاوه ۵۵ دلار هزینه حمل و نقل برای هر ساعت است (Zwar, ۲۰۰۶).

کویر پدی در حال حاضر برخی مناظر عمومی بسیار کارآمد در مصرف آب دارد. موارد زیر از اصول به کار رفته در برنامه ریزی و مدیریت منظر این شهر برای استفاده کارآمد از آب است:

- اکثر بسترهای کشت عمومی، مجهز به آبیاری قطره ای اند.
- آبیاری شب هنگام در بسیاری مناطق رعایت می شود.
- در منظر سازه های عمومی، اکثرا گیاهان بومی مناطق خشک کشت شده است.
- اصلاح خاک شامل نرم کردن و شکستن خاکهای سخت قبل از کاشت و افزودن ماسه و شن رودخانه ای است.
- ساکنان کویر پدی از ارزش و کم یابی آب به خوبی مطلعند؛ بنابراین آموزش عمومی در این شهر در اولویت نیست.
- با تصفیه فاضلاب حاصل از ساختمانهای مرکز شهر و امکانات فراهم شده برای توریست، یک زمین فوتبال بزرگ مدرسه و سایر زمینهای فوتبال و زمینهای بازی اصلی شهر آبیاری می شوند. این امر نه تنها مشکل کمبود آب را تا حد بسیار بالایی تعدیل کرده است بلکه مشکل حذف فاضلاب شهری را نیز مرتفع ساخته است. سیستمهای آبیاری زیرزمینی به طور موفقیت آمیزی

زمینهای فوتبال را حتی بهتر از سیستم آبیاری قطره ای آبیاری می کنند و این روش آبیاری، نگرانی مردم را برای خطرات سلامت که آبیاری با فاضلاب اصلاح شده ممکن است ایجاد نماید، از بین برده است. فاضلاب اصلاح شده همچنین برای آبیاری درختانی که به منظور ایجاد سایه در اطراف مناطق تفریحی و زمینهای بازی کاشته شده اند و نیز برای آبیاری برخی باغهای زیتون و پسته در این شهر استفاده می شود.

▪ روشهای کارآمدی برای برداشت آب در بعضی طراحیهای خیابانها و جاده ها در این شهر اعمال شده است که در آن درختان می توانند به آسانی از روان آبهای حاصل از بارندگی برای آبیاری استفاده کنند. یک نمونه بسیار عالی که برنده جایزه طراحی برتر شده است، برداشت آب در یک بیمارستان این شهر است که باغهای بومی بسیار زیبایی با استفاده از سرریز آب مخازن آب باران و روان آبهای سطحی حاصل از بارندگی در سایت تغذیه می شوند (Zwar, 2006).

۲. تحلیل و بررسی

برنامه ریزی و مدیریت صحیح، امکان تحقق اهداف هر دو، یعنی طراح و استفاده کننده را فراهم می سازد. چنین برنامه ریزی و مدیریتی هدف طراح را تا استقرار رضایت بخش و عملکرد مناسب منظر فراهم ساخته و در پایداری طرح پس از اجرا نیز موثر است. این چنین مدیریتی همچنین توازن حیات انسان و حیات وحش را به عنوان استفاده کنندگان اصلی منظر تضمین نموده و حفاظت از گونه های بومی گیاهی و جانوری منطقه، نیازهای تفریحی، آموزشی و زیبایی گرایی جامعه را با استفاده حداکثر و بهینه از منابع موجود تامین می سازد.

در مناطق خشک که عموماً آب از محدودکننده ترین عوامل سکونت و موفقیت در اهداف توسعه شهری است، برنامه ریزی و مدیریت شهری بایستی استفاده کارآمد از این منبع را در کلیه ابعاد از جمله در منظر سازی شهری در بر گیرد. بررسی تحلیلی راهکارهای به کار رفته در شهرهای مورد مطالعه در ایالت استرالایای جنوبی نشان دهنده تاثیر برنامه ریزی و مدیریت صحیح در موفقیت و رسیدن به هدف استفاده کارآمد از آب در منظر سازی شهری است. تاثیر این عامل با مطالعه و مقایسه موفقیت منظرسازی در شهرهایی نظیر لی کریک و راکس بی داونز به عنوان شهرهای بخوبی برنامه ریزی و

مدیریت شده با شهرهایی نظیر آنداموکا به عنوان یک شهر برنامه ریزی نشده آشکار است.

در برخی موارد، کارآمدی راهکارهای به کار رفته در منظر سازی این شهرها به منظور صرفه جویی در مصرف آب با بررسی وضعیت شهر قبل و بعد از برنامه ریزی و طراحی بررسی شد. در این خصوص، لی کریک نمونه مناسبی از تاثیر برنامه ریزی، طراحی و مدیریت مناسب و در راستای کاهش مصرف آب در طراحی منظر شهری است که با وجود افزایش ۲۲۰ درصدی جمعیت شهر و افزایش چشمگیر پوشش گیاهی شهری به منظور رفاه عمومی پس از بازساخت، میزان مصرف آب شهر تنها ۲۳/۵ درصد افزایش یافت.

برنامه ریزی و مدیریت صحیح آب در بسترهای کاشت از مهمترین عوامل کلیدی در کاهش نیاز آبی مناظر دست ساز انسان است (Hitchmough, ۱۹۹۴). در این خصوص دستیابی به کاهش مصرف آب می تواند با برنامه ریزی گنجاندن راهکارهای کاهش مصرف آب در بسترهای جدید کاشت و یا با افزودن تدریجی این راهکارها در بسترهای قدیمی صورت گیرد. هر چند نتایج ایالت استرالیای جنوبی در شهر راکس بی داونز موفقیت بیشتر شیوه اول را نشان داده است، ولی شیوه دوم نیز در شهرهای قدیمی نظیر وومرا با جایگزینی تدریجی گیاهان نامناسب بستر کاشت با گونه های گیاهی بومی و کم مصرف آب و نیز با تعویض سیستمهای قدیمی آبیاری با سیستمهای قطره ای بازده مناسبی را در مصرف کارآمد آب در مدیریت منظر این شهر نشان داده است. استفاده از این راهکارهای ساده همراه با سایر راهکارهای باغبانی کارآمد در مصرف آب ذکر شده در این مقاله نظیر مدیریت کاشت چمن و روشهای صحیح نگهداری آن، اصلاح خاک و استفاده از مالچهای مناسب و نیز برنامه ریزی و مدیریت صحیح زمان آبیاری، راهکارهای ساده و در عین حال حائز اهمیتی در موفقیت کاهش مصرف آب در منظر سازی شهرهای مورد مطالعه در ایالت استرالیای جنوبی بوده است.

برنامه ریزی و مدیریت صحیح منظر برای استفاده بهینه از آب بایستی به هر نوع منبع آب، اعم از آب باران و فاضلاب، به عنوان منابع ارزنده نگریسته و استفاده کارآمد از آنها را در کلیه مراحل برنامه ریزی، طراحی و مدیریت منظر شهری بگنجانند. تجربه شهرهای وومرا، لی کریک و راکس بی داونز نشان داد چنین نگرشی نه تنها می تواند مشکل حذف منابع به ظاهر بی مصرف را رفع نماید، بلکه امکان فراهم شدن امکانات آموزشی، تفریحی و اقتصادی بیشتری را در این شهرها میسر ساخت که داشتن این

امکانات به دلیل کمبود آب، بدون بازنگری بر استفاده صحیح از این منابع آبی امکان پذیر نبود. از آن جمله می توان آبیاری پارکها، زمینهای چمن و فوتبال، زمینهای گلف، کمربندهای سبز و نیز باغهای زیتون و پسته در شهرهای کوبرپدی، لی کریک، راکس بی داونز و وومرا را با این منابع نام برد.

آشنایی با دانش و فنآوریهای جدید در زمینه مدیریت چرخه آب شهری به طور عمومی و مدیریت آب باران به طور خاص ضرورتی برای استفاده پایدار از این منبع است. در استرالیا مبحث طراحی شهری بر اساس روشهای جدید مدیریت آب باران در بسیاری از شهرهای این کشور در مرحله تحقیق، بررسی و اجرا بوده و روز به روز در حال گسترش است. اعتقاد بر این است که این روشهای جدید مشکلات روشهای قدیمی مدیریت آب باران در طراحی شهری را در کلیه جنبه های مهندسی، در زمینه های صرفه جویی آب و نیز در بهبود اکولوژی شهری برطرف می نماید (Argue, ۲۰۰۴). یکی از اهداف اساسی این روش نوین جایگزینی سیستمهای چند منظوره برای مدیریت آب باران به جای سیستمهای تک منظوره قدیمی نظیر لوله ها و جویهای بتونی، سیمانی و غیره در موارد ممکن و الحاق سیستمهای زهکش آب باران با فضاهای سبز عمومی است^۱. صرفه جویی در مصرف آب با استفاده از مخازن آب باران و نیز با سایر روشهای برداشت آب، برخی از اصول این شیوه مدیریت آب باران است. هر چند شهرهای دورافتاده استرالیای جنوبی که موضوع بررسی این مقاله است با اخذ راهکارهایی از این روش نوین نظیر استفاده از مخازن آب باران در ساختمانها و برداشت آب باران از برخی سطوح سخت به منظور استفاده در فضاهای سبز شهری به موفقیتهایی دست یافته اند، با این وجود هنوز راهکارهای متعدد دیگری برای رسیدن به سیستمهای کاملا پایدار برای مدیریت آب باران در طراحی این شهرها باقی است.

استفاده بهینه از آب، نیازمند مشارکت هر دوی استفاده کنندگان و مسئولان است. در صورتی که روشهای پیشنهاد شده و یا به کار رفته توسط متخصصان و مسئولان، مورد استفاده یا پذیرش جامعه قرار نگیرد، هدف نهایی حاصل نمی گردد، لذا نقش جامعه در استمرار و ضمانت اجرایی راهکارها بسیار ارزنده است (Al-Kodmany, ۱۹۹۹).

۱. این مبحث خود یک مبحث بسیار گسترده است که توضیح بیشتر آن در محدوده این مقاله نمی گنجد. نویسنده اصلی اکنون در مقطع دکتری مشغول به تحقیق در این زمینه در کشور استرالیا است.

برای این منظور هماهنگ سازی خواسته ها و انتظارات عموم با محدودیتهای منابع منطقه و نیز فرهنگ سازی صحیح ضرورت دارد. چنین فرهنگ سازی می تواند با آموزش عمومی و مشارکت مردمی تسریع گردد (Schoenaich, ۲۰۰۳).

چاپ و توزیع بروشورها و کتابچه های آموزش روشهای صرفه جویی در مصرف آب در باغهای خانگی، برگزاری جلسات توجیهی برای عموم و به خصوص دانش آموزان مدارس، استفاده از روزنامه های محلی و رسانه های گروهی برای تبلیغ شیوه های صرفه جویی آب در باغها و فضاهای سبز و نیز احداث باغهای نمایشی از جمله باغ گیاه شناسی مناطق خشک در پورت اگاستا تنها برخی از راهکارهای به کار رفته به منظور گسترش فرهنگ صرفه جویی در مصرف آب در ایالت استرالیای جنوبی است.

راهکار ارزنده دیگر در افزایش همگامی و هماهنگی مردم با اهداف مدیریتی، مشارکت مردمی است. توجه به این راهکار، علاوه بر افزایش سطح دانش و مسئولیت مردمی، عدم توافقات و عقاید مغایر مردم در اهداف مدیریتی را نیز کاهش می دهد (Al-Kodmany, ۱۹۹۹). در مناطق خشک ایالت استرالیای جنوبی خصوصا در شهر های لی کریک و راکس بی داونز چنین مشارکتی در سطح برنامه ریزی مشاوره و نیز در مراحل پس از اجرا و نگهداری منظر مورد توجه قرار گرفته و نتایج بسیار مثبتی به همراه داشته است. در مرحله اجرا و نگهداری، در اختیار قرار دادن آسان و رایگان وسایل و امکانات لازم برای منظر سازی کارآمد در مصرف آب از راهکارهای مدیریتی موفق برای مشارکت مردم در دستیابی به اهداف صرفه جویی در مصرف آب بوده است. این هدف با فراهم نمودن رایگان گیاهان بومی با نیاز آبی کم، در اختیار قرار دادن مالچ و نیز تجهیزات لازم برای آبیاری قطره ای برای ساکنین به منظور استفاده در باغهای خانگی در شهرهایی نظیر لی کریک و راکس بی داونز به خوبی حاصل گردید؛ به طوری که اکنون حدود ۸۰ درصد ساکنان این شهرها از گیاهان بومی کم مصرف آب، مالچ و نیز از آبیاری قطره ای برای آبیاری باغهای خانگی خود استفاده می کنند.

از آنچه ذکر گردید می توان دریافت که برنامه ریزی و مدیریت موفق در منظر سازی شهری به طور عمومی و نیز در مناطق خشک با تاکید بر استفاده کارآمد از آب به طور خاص نیازمند کاربرد هماهنگ دامنه وسیعی از مهارتها و تخصصهاست که در یک رشته یافت نمی شود. فهم صحیح تکنولوژیها، علوم و روشهای نوین از دیدگاه متخصصین مختلف حائز اهمیت است. بررسی این فعالیت از دیدگاه برنامه ریزان شهری، معماران و طراحان منظر، متخصصین باغبانی منظر، مهندسين عمران- آب شناسی، گیاه شناسی،

اکولوژی و جنگلکاری و تبادل ایده ها برای دستیابی به راهکارهای چند بعدی از رمزهای دستیابی به موفقیت در برخی از شهرهای استرالیای جنوبی نظیر راکس بی داونز است.

از دیدگاه باغبانی منظر، شناخت گونه های گیاهی بومی مناسب و با نیاز آبی پایین، استفاده از مالچ، روشها و برنامه های زمانی صحیح آبیاری و مدیریت بسترهای کاشت، آگاهی از اصول استفاده از چمن و مدیریت و اصلاح خاک حائز اهمیت است. از دیدگاه معماران و طراحان منظر چگونگی ترکیب گونه های گیاهی به منظور رسیدن به اهداف کاربردی و زیبایی شناسی و نیز چگونگی بهره گیری و برداشت آب باران در طراحی سایت و در ایجاد فضاهای سبز چند منظوره مهم است. متخصصین آب شناسی و هیدرولوژی نیز در مهندسی استفاده کارآمد از آب باران و فاضلاب، بررسی مدل‌های جدید سازه و پیش بینی نتایج تغییر در سطح حوضه آبخیز با اجرای مدل‌های جدید و امثال آن نقش ایفا می نمایند، لذا به منظور دستیابی به اهداف مذکور در حالت ایده آل برنامه ریزی و مدیریت منظر با هدف استفاده بهینه از آب بایستی در سازمانهایی اجرا شود که دارای تیمهای چند رشته ای باشند.

هر چند برخی راهکارهای به کار رفته در منظر سازی کارآمد در مصرف آب در ایالت استرالیای جنوبی ممکن است به عنوان راهکارهای نوین قابل توصیه برای منظر سازی سایر کشورها نظیر ایران محسوب نگردد، ولی ذکر این راهکارها در این مقاله به عنوان تاکید و یادآوری برای مسئولین و متخصصان این کشور در کارآمدی آنها در دستیابی به اهداف استفاده کارآمد از آب در منظر سازی شهری است. نظر به شناخت و تجربه نویسنده از موقعیت منظر سازی شهری با هدف صرفه جویی در مصرف آب در دو کشور استرالیا و ایران، موارد زیر برای منظر سازی ایران با هدف مذکور توصیه می گردد:

- با وجود آنکه برخی راهکارهای مذکور در این مقاله در خصوص مدیریت بسترهای کاشت و باغبانی کارآمد در مصرف آب در برخی مناطق ایران از دیر باز مرسوم بوده است، هنوز کمبودهای اساسی در رعایت برخی از این راهکارها در برخی مناطق این کشور مشهود است. بررسی روشهای فراگیرسازی استفاده از این راهکارها در هر دو سطح عمومی و خصوصی تاکید می گردد.

- با توجه به فلور گیاهی غنی ایران تاکید می گردد مطالعات میدانی و تجربی در خصوص گونه های بومی با نیاز آبی کم و با ارزش اکولوژیکی بالا جهت تامین اهداف کاربردی و زیبایی شناسی استفاده از گیاه در طراحی منظر شهری برای مناطق مختلف کشور بیش از پیش افزایش یابد.
- هر گونه منبع آب در اختیار، با توجه به کیفیت آن به عنوان یک منبع "مناسب برای هدف" خاص نگریده شود. زمینه های استفاده کارآمد از آب باران و فاضلاب برای منظوره های خاص بایستی بیش از پیش مورد تحقیق و اجرا قرار گیرد.
- برنامه ریزی و مدیریت استفاده کارآمد از آب باران در طراحی شهری، کسب دانش و تکنولوژیهای جدید لازم در این زمینه و نیز تغییر تدریجی روشها و سازه های قدیمی به این منظور با روشها و سازه های جدید و چند منظوره در منظرسازی شهری ایران مورد تاکید است. پیشرفت در این خصوص نه تنها هدف صرفه جویی در مصرف آب را تامین می نماید، بلکه سلامت محیطی و اکولوژیکی حوضه آبخیز و احتمالاً رضایت بیشتر استفاده کنندگان را نیز به ارمغان دارد.
- گسترش برنامه های آموزشی برای افزایش فرهنگ صرفه جویی از آب در جامعه و نیز توجه به مشارکت مردمی در مرحله برنامه ریزی و نیز در مراحل پس از اجرا و نگهداری منظر تاکید می گردد.
- به برنامه ریزی و مدیریت منظر با هدف صرفه جویی در مصرف آب به عنوان فعالیتی نیازمند دانش و تجربه فکری و تخصصی و نیازمند فعالیت گروهی با تخصصهای مختلف نگریده شود. پیشنهاد می گردد برای این منظور در سطح شهرداریها تیمهای تخصصی چند رشته ای با تاکید بر رشته های باغبانی منظر، معماری و طراحی منظر و مهندسی عمران- آب شناسی تشکیل گردد.

۳. خلاصه و نتیجه

مهمترین هدف برنامه ریزی و مدیریت صحیح منظر، به حداکثر رساندن استفاده بالقوه و عملی استفاده کنندگان از منابع است. در مناطق خشک که آب مهمترین منبع

محدود کننده است، برنامه ریزی و مدیریت کارآمد در استفاده از این منبع در همه ابعاد از جمله در منظرسازی شهری نیازمند ابداع روشهای نوین و کاربردی است.

این مقاله به نقش برنامه ریزی و مدیریت کارآمد در مصرف آب در ایالت استرالیای جنوبی، به عنوان خشک ترین ایالت در خشک ترین قاره جهان پرداخت. با مطالعه تنوع گیاهی و جانوری منطقه و مناظر طبیعی و دست ساز انسان، وضعیت برنامه ریزی و مدیریت استفاده از آب برای حیات گونه های بومی جانوری و نیز به منظور منظرسازی پایدار شهری در این ایالت مورد بررسی قرار گرفت.

اصول منظر سازی کارآمد در مصرف آب در برخی شهرهای این ایالت مطالعه گردید. تجارب این ایالت نشان داده است که انتخاب صحیح گونه های گیاهی عاملی کلیدی برای موفقیت در ایجاد بسترهای کاشت کارآمد در مصرف آب است. استفاده و حفظ پوشش گیاهی بومی موجود در سایت در منظر سازی علاوه بر حفظ اثرات زیست محیطی این گیاهان برای انسانها و فواید زیستگاهی آنها برای حیات وحش، نقش به سزایی نیز در کاهش اثرات منفی عوامل محیطی نامطلوب دارد. استفاده از مالچ و روشهای آبیاری قطره ای کارآمد از اصول بسیار کارآمد است. با این وجود بایستی گسترش برنامه آموزش عمومی در سطح شهری درباره نیازها و ابزارهای ذخیره سازی آب در تداوم صرفه جویی مورد تاکید قرار گیرد. برداشت آب باران تا حد ممکن و برداشت فاضلاب تصفیه شده می تواند نقش عمده ای در مدیریت بحران آب در منظر سازی مناطق خشک ایفا نماید.

دستاوردهای این ایالت در منظر سازی شهری کارآمد در مصرف آب می تواند به راحتی به کشورهای دیگر با شرایط آب و هوایی یکسان از جمله ایران منتقل شود. در واقع این اصول قابل استفاده برای کلیه مناطقی است که میزان تبخیر بیش از بارندگی دارند. هر چند برخی از راهکارهای پیشنهادی در این مجموعه ممکن است در برخی مناطق ایران به عنوان روشهای نوین چسب نیاید، ولی ذکر آنها در این مجموعه می تواند یادآوری و تاکید بر کارآمدی آنها در کاهش مصرف آب در منظر سازی شهری این کشور باشد.

با مقایسه این موضوع در دو کشور استرالیا و ایران، تحقیق و کاربرد در زمینه های انتخاب و سازگاری گونه های گیاهی با نیاز آبی پایین، روشهای برداشت آب باران و مدیریت صحیح آب باران و فاضلاب، آگاهی و تحقیق در خصوص شیوه ها و تکنولوژیهای جدید و ایجاد تیمهای تخصصی چند رشته ای برای اجرای این مفاهیم در

منظرسازی شهری ایران پیشنهاد می گردد. همچنین تحقیق، سرمایه گذاری و اجرای روشهای افزایش آموزش عمومی، فرهنگ سازی و مشارکت عمومی در هر دو سطح قبل و پس از اجرای طرح تاکید می گردد.

۴. تشکر و قدردانی

از آقای جان زوار (John Zwar) به خاطر کمکهای ارزنده ایشان در تهیه این مقاله تشکر می نمایم. تجارب ارزنده ایشان در طی چندین دهه فعالیتهای طراحی منظر و باغبانی کم مصرف آب در شهرهای دور افتاده استرالیای جنوبی و نیز در باغ گیاه شناسی مناطق خشک استرالیا در پورت اگاستا، کمک ارزنده ای در گرد آوری این مقاله بوده است. همچنین مراتب تشکر و قدردانی خود را از دانشگاه فردوسی مشهد و وزارت علوم ایران به خاطر اعطای بورس تحصیلی به اینجانب برای تحصیل در استرالیا ابراز می دارم.

فهرست منابع و مآخذ

۱. Al-Kodmany, K. (۱۹۹۹). "Using Visualization Techniques for Enhancing Public Participation in Planning and Design: Process, Implementation, and Evaluation." *Landscape and Urban Planning* ۴۵(۱): ۳۷-۴۵.
۲. Argue, J. R., Ed. (۲۰۰۴). *Water Sensitive Urban Design: Basic Procedures for Source Control of Stormwater : a Handbook for Australian Practice* Adelaide, University of South Australia.
۳. Beal, A. (۱۹۹۱). "Low Water Use Horticulture- the Leigh Creek Experience." *Australian Planner* Sep.
۴. Cobham, R. (۱۹۷۷). "Landscape Management and the Fourth Design Dimension, In: Hitchmough, J. D., Ed. (۱۹۹۴). *An Overview of Urban Landscape Management*. Urban Landscape Management. Sydney, Inkata Press."
۵. Den Ouden, H., W. Chandler and H. Dixon (۱۹۸۳). *Development Guide for Arid Areas in South Australia*. Adelaide, Department of Environment and Planning.
۶. Electricity Trust of South Australia (۱۹۸۲). *A Householder's Guide to Landscaping in Leigh Creek South*, Electricity Trust of South Australia.
۷. Hitchmough, J. D., Ed. (۱۹۹۴). *An Overview of Urban Landscape Management*. Urban Landscape Management. Sydney, Inkata Press.

۸. Jones, D. S. and J. Zwar (۲۰۰۳). "Water and Landscape Design in Arid Environment, BDP Environmental Design Guide." DES ۵۴.
۹. McLaren, N. E. (۱۹۸۷). Water Conservation for Communities in Arid Areas of South Australia. Adelaide, Engineering and Water Supply Department under the Federal Water Resources Assistance Program.
۱۰. National Parks and Wildlife Services (۱۹۷۶). Water and wildlife in Arid Australia. Environment and Planning, Adelaide, National Parks and Wildlife Service.
۱۱. Ratcliffe, F. N. (۱۹۳۶). Soil Drift in the Arid Pastoral Areas of South Australia.
۱۲. Schoenaich, B. v. (۲۰۰۳). "New Trends in Public Planting Design are Hard to Spot." Landscape Design June(۳۲۱): ۱۸-۱۹.
۱۳. Williams, M. (۱۹۷۷). The Changing Rural Landscape of South Australia. Richmond, Vic., Heinemann Educational Australia.
۱۴. Zwar, J. (۲۰۰۴). Water Sensitive Urban Design: a Perspective from Outback South Australia. International Conference on Water Sensitive Urban Design: Cities as Catchments, Adelaide, Australia, Casual Production Pty Ltd.
۱۵. Zwar, J. R. (۱۹۹۲). Water Efficient Amenity Plantings (Roxby Downs). WMC Environmental Conference, Olympic Dam.
۱۶. Zwar, J. R. (۲۰۰۶). Strategies for Waterwise Landscaping in Arid South Australia. F. Kazemi. Adelaide.
۱۷. Zwar, J. R., A. O. Beal and B. Odermatt (۱۹۹۲). Water Efficient Public Landscaping in the S.A. Arid Zone. Greening Australia, Adelaide.