دومین همایش ملی
بازاندیشی در چشم اندازهای
بوم های بیابانی،
چالش ها و فرصت های کالبدی، انسانی و اقلیمی
دانشگاه آزاد اسلامی واحد جامع مستقل نجف آباد- دانشکده هنر، معماری و شهرسازی -۲۶ و ۲۷ اردیبهشت ماه ۱۴۰۳

راهکارهایی برای ایجاد شهرهای پایدار در بوم‌های بیابانی

زهرا حسنی
کارشناس‌ارشد برنامه‌ریزی‌شهری، گروه شهرسازی، مرکز تحقیقات افق‌های نوین در معماری و شهرسازی، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران **z.hassani.up@gmail.com**
فرشته احمدی[۱]
استادیار، گروه شهرسازی، مرکز تحقیقات افق‌های نوین در معماری و شهرسازی، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران
fereshteahmadi2004@yahoo.com

چکیده

برنامه‌ریزی، طراحی و ساخت شهرهای پایدارتر که در محیط‌های بیابانی قرار دارند، امری ضروری است. اتخاذ راهکارهایی که نوآوری‌ها را با راه‌حل‌های سازگار محلی و از نظر اقلیمی مناسب ترکیب می‌کند، می‌تواند به شهرها و جوامع کمک کند تا اثرات اقلیم‌های بیابانی را کاهش و مزایای بلندمدت اجتماعی، زیست‌محیطی و اقتصادی را ارائه دهند. این پژوهش از نوع کاربردی است، ماهیتی توصیفی- تحلیلی دارد و نحوه برنامه‌ریزی و طراحی در بوم‌های بیابانی را به همراه مطالعات موردی بررسی می‌کند. در انتها راهکارهای پیشنهادی جمع‌بندی شده است.

واژه‌های کلیدی: اقلیم بیابانی، شهر پایدار، انرژی تجدیدپذیر، زیرساخت سبز، نقشه آب‌وهوای شهری

[۱] - نویسنده مسئول

۱- مقدمه

شهرها با چالش‌های زیادی مانند مسکن، حمل‌ونقل، اشتغال و کیفیت زندگی مواجه هستند (X. Chen & He, 2024). حال اگر شهری در شرایط اقلیمی بیابانی قرار گرفته باشد، چالش‌ها نیز بیشتر خواهد بود چرا که زیست‌بوم‌های بیابانی با مجموعه‌ای از عوامل از جمله دماهای شدید، کمبود آب و اکوسیستم‌های منحصر به فرد روبرو هستند از طرفی دیگر تغییرات اقلیمی و شهرنشینی رو به رشد چالش‌های زیست‌محیطی قابل توجهی را ارائه می‌کنند و از جمله مسائل کلیدی هستند که دولت‌ها، دانشمندان و برنامه‌ریزان در سراسر جهان با آن مواجه‌اند (Mohammed et al., ۲۰۲۳). طراحی زندگی شهری باید خود را با چالش‌های مهم نظیر کمبود آب شیرین، سوخت‌های فسیلی و نابسامانی‌های اقلیمی تطبیق دهد (Edwards, 2013). عامل دیگری که شهرها به خصوص نواحی بیابانی با آن مواجه هستند، انرژی است. کمبود انرژی یک چالش مهم فنی، اجتماعی و فرهنگی برای شهرهای مدرن است. جامعه معاصر که وابسته به تامین انرژی است نمی‌تواند از شهرسازی انرژی محور صرف نظر کند (Bonenberg et al., 2023).

برنامه‌ریزی و طراحی شهری، تأثیری قابل ملاحظه بر کاهش تغییرات اقلیمی دارند، چرا که هر دو تعیین کننده ساختارهای فضایی بوده و مستقیم یا غیر مستقیم بر مصرف انرژی تأثیر می‌گذارند. نخست آن‌که، شکل شهر در فرایند برنامه‌ریزی و طراحی شهری ایجاد می‌شود، که مستقیماً به واسطه تقاضای گرمایش و سرمایش و با تعریف بافت شهری بر مصرف انرژی تاثیر می‌گذارد. از طرف دیگر، برنامه‌ریزی و طراحی شهری تصمیمات ساختاری را در مورد تراکم‌ها، الگوهای کاربری اراضی و سیستم‌های حمل‌ونقل اتخاذ نموده است (خاک‌زند و اردستانی، ۱۴۰۲، ص. ۹۱۴)، همچنین انتقال به منابع انرژی تجدیدپذیر، مانند هیدروالکتریک، خورشیدی (فتوولتائیک)، بادی و زمین گرمایی، به شدت توصیه می‌شود تا در پاسخ به تقاضای رو به افزایش انرژی ناشی از رشد سریع جمعیت و گسترش اقتصادی، پاسخ‌گو باشد (Constantinou et al., ۲۰۲٤). تولید نیرو در سامانه‌های بزرگ مقیاس فتوولتائیک، شاید مهمترین نیروی محرک برای توسعه اقتصادی باشد و بازاری پایدار برای انرژی فتوولتائیک، به واسطه این توسعه، فرصت‌های شغلی فراوانی به بار خواهد آمد. همچنین این توسعه در بردارنده انتقال فناوری از کشورهای صنعتی به مناطق بیابانی هم خواهد بود. برق تولید شده از این سامانه‌ها را می‌توان برای تأمین روشنایی، مخابرات، تفریح و اهداف آموزشی، تأمین آب شیرین برای آبیاری، کشاورزی و کاربردهای صنعتی به کار گرفت (کوموتو و دیگران، ۱۳۹۵). از طرفی دیگر توسعه فضاهای سبز عمودی در مناطق با بافت فشرده شهری با دیوارها و بام‌هام سبز، ایجاد و توجه به گذرهای هوای متصل به حومه طبیعی شهر برای افزایش ظرفیت تهویه طبیعی مناطق داخلی شهر، طراحی و توسعه رویه‌های سطحی خنک و نفوذپذیر برای تعدیل بار گرمای شهری و ارزیابی تاب‌آوری اقلیمی شهرها با تشدید پیامدهای تغییر اقلیم برخی از موضوعات جدیدی هستند که لازم است در برنامه‌ریزی شهری به آن‌ها توجه شود (شمسی‌پور، ۱۴۰۱، ص. ۲۰۹). بررسی این عوامل نه تنها برای رفاه شهرها حیاتی‌اند، بلکه در زمینه تغییرات آتی و تأثیرات آن بر مناطق خشک در سراسر جهان نیز ضروری هستند چرا که بیابان‌ها در مقایسه با انواع دیگر اکوسیستم‌ها، از نظر تنوع زیستی، اهمیت اکولوژیکی و کمک به توسعه اجتماعی–اقتصادی، اغلب نادیده گرفته می‌شوند (H. Chen & Costanza, 2024)، لذا این پژوهش به دنبال پاسخ به این سوالات است که شهرها در اقلیم بیابانی چگونه با چالش‌ها برای ساختن محیط‌های شهری پایدار و انعطاف پذیر روبرو شده‌اند و راهکارهای پیشنهادی چیست؟

۲- پیشینه پژوهش

ابادا (***Obada***) و دیگران (۲۰۲۴) با هدف تشریح نقش فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر برای دستیابی به امنیت انرژی و در عین حال انجام تعهدات برای کاهش تغییرات آب و هوایی به وضعیت انرژی فعلی در نیجریه، برنامه انرژی تجدیدپذیر نیجریه، منابع انرژی تجدیدپذیر در نیجریه، ابتکارات کاهش تغییرات آب‌وهوا و چالش‌های فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر در نیجریه پرداخته‌اند. آن‌ها فناوری‌های باد، زیست‌توده، آبی و خورشیدی و نحوه استفاده از آن‌ها برای کاهش تغییرات آب‌وهوایی را بررسی کرده‌اند. به عقیده آنان علی‌رغم چشم‌اندازهای تثبیت شده

انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور، نفوذ فن‌آوری‌های مرتبط با این انرژی‌ها با سرعت آهسته‌ای همراه بوده است.

بونبرگ (***Bonenberg***) و دیگران (۲۰۲۳) در پژوهش خود به تأثیر طرح شهری (ترکیب‌بندی) ساختمان‌های مسکونی بر مصرف انرژی با ثابت نگه داشتن پارامترهای شهری، معماری و فنی چون اثرات حرارتی وابسته به مواد سطحی، تنوع در نمای ساختمان‌ها، نسبت سطح پنجره‌ها به دیوارهای بیرونی، پوشش سبز زمین و مورفولوژی سطوح سبز و ساخته شده در دو موقعیت در لهستان با اقلیم قاره‌ای با تابستان گرم پرداخته‌اند. در این راستا از نرم افزارهای اپن استودیو و اسکچاپ استفاده شده است. نتایج نشان‌گر آن است که چیدمان مناسب ساختمان‌ها در قطعات شهری می‌تواند به میزان قابل توجهی منجر به صرفه‌جویی در انرژی شود.

قادریان، گلکار و حکیمیان (۱۴۰۱) در پژوهش خود با هدف شناسایی زیرساخت‌های سبز در شهرهای کویری و با روش تحلیل محتوای کیفی به این نتایج دست یافته‌اند که شبکه زیرساخت‌های سبز در شهرهای حاشیه کویر ایران نیز مشابه به یک سیستم چندعملکردی ارزش‌آفرین برای ارائه خدمات اکوسیستمی با هدف مدیریت پایدار منابع وجود دارند. به بیان عملیاتی‌تر مجموعه قنوات، باغات و مسیل‌ها تا فضاهای مبتنی بر آب همه تشکیل‌دهنده شبکه‌ای چندعملکردی از اجزای طبیعی مانند باغات و اجزای مصنوع هم‌چون قنوات به صورت لکه، کریدور و ماتریس مانند شبکه سبز فصلی منعطف مابین بالادست و پایین‌دست آبادی‌ها برای برقراری ارتباط دوسویه زمین و آب در اقلیم گرم و خشک هستند که از مقیاس خرد تا کلان، درون و بیرون شهرهای کوچک و بزرگ و روستاهای مستقر در حاشیه کویر قرار دارد.

آزموده (۱۴۰۰) در پژوهش خود با هدف دستیابی به درکی بهتر از چگونگی تأثیر گیاهان برای ارتقای کیفیت هوای شهری از راه تعدیل دمای محیط و نیز رطوبت نسبی موجود در هوا با روشی تجربی به بررسی قسمتی از خیابان سی تیر در شهر تهران با استفاده از نرم‌افزارها و مدلسازی رایانه‌ای پرداخته است. وی بیان می‌کند بهره‌گیری از گیاهان به‌مثابهٔ یک عنصر طراحی، یکی از راه‌حل‌هایی است که پیامدهای مثبتی ازجمله کاهش دما، کاهش مصرف انرژی، کاهش اثر جزیرهٔ گرمایی و ارتقای آسایش حرارتی در فضای باز را در پی دارد. زمانی که طراحی فضای شهری در مقیاس خرد و کلان منطبق بر ملاحظات زیست‌محیطی باشد، آسایش افراد به‌ویژه افراد پیاده ارتقا می‌یابد و ساکنان تمایل بیشتری به حضور در سطح شهر و فعالیت‌های بیرون از خانه پیدا می‌کنند.

۲- مبانی نظری

۲-۱- بیابان

در فرهنگ ایران، واژه بیابان، کلمه‌ای است که به مناطق خشک و کم آب و علف اتلاق می‌شود (حسینی، ۱۳۹۹، ص. ۱۹). به طور کلی یک تعریف جامع از بیابان که مورد قبول همگان باشد وجود ندارد، شاید به این دلیل است که بیابان‌ها ویژگی‌های منحصر به فردی برای خود دارند و یا حتی به دلیل تغییرات متوالی است که در وضعیت بیابان‌ها در طول زمان اتفاق می‌افتد. از نظر زیست شناختی بیابان‌ها مناطقی هستند که آب در آن‌ها کم باشد (لیتی، ۱۳۹۰، ص. ۱). انواع اصلی بیابان‌ها شامل بیابان‌های گرم و خشک، بیابان‌های نیمه‌خشک، بیابان‌های ساحلی و بیابان‌های سرد است (H. Chen & Costanza, 2024).

۲-۲- توسعه پایدار شهری

کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه در گزارش خود (آینده مشترک ما) توسعه پایدار را اینگونه تعریف می‌کند: توسعه‌ای که نیازهای زمان حال را برآورده می‌کند بدون آنکه از توانایی نسل‌های آینده برای ارضای نیازهایشان مایه بگذارد. به دنبال مطرح شدن دیدگاه توسعه پایدار و توجه بیشتر صاحب‌نظران، این الگو وارد مقوله برنامه‌ریزی شهری و شهرسازی شد. توسعه پایدار شهری یعنی شرایطی که شهرنشینان امروز و شهروندان فردا بتوانند در کمال آرامش و امنیت زندگی کنند و ضمن تندرستی، از عمر دراز و در عین حال سازنده بهره‌مند گردند (گمار، ۱۴۰۱، ص ص. ۳۹-۴۰).

۲-۳- پایداری در محیط بیابانی

در این مفهوم، توسعه پایدار در سه بعد خود (زیست محیطی، اجتماعی، اقتصادی)، با تأکید بیشتر بر بعد محیطی و اندازه‌گیری آن در سطوحی از پایداری، مورد بحث قرار می‌گیرد. این مفهوم در دو سطح اصلی زیر بیان می‌شود:

سطح شهری: که از طریق محیط فیزیکی و طبیعی و همچنین خدمات زیرساختی، به استانداردهای پایداری می‌پردازد.

سطح ساختمانی: که با محیط داخلی ساختمان مرتبط است، به نحوی که فرآیند ساخت و رسیدن به قواعد پایداری، به طور مستقیم با طراح مرتبط می‌شود (Hajr et al., 2024).

٤-۲- برنامه‌ریزی و نقشه آب‌وهوای شهری

یک نقشه آب‌وهوای شهری ابتدا اطلاعات هواشناسی، برنامه‌ریزی، کاربری اراضی، توپوگرافی و پوشش گیاهی را گردآوری و روابط و تأثیرات آن‌ها بر محیط شهری را به طور مکانی و کمی تحلیل می‌کند. سامانه نقشه‌های آب‌وهوای شهری از دو مولفه اصلی تشکیل شده است. ۱- نقشه‌های تحلیل آب‌وهوای شهری (یا نقشه عملکرد ترکیبی آب‌وهوا) که تجسم و فضاسازی انواع محاسبه‌ها و ارزیابی‌های متنوع آب‌وهوایی را از طریق نمایه‌های اقلیمی مختلف انجام می‌دهد. ۲- نقشه توصیه‌های برنامه‌ریزی آب‌وهوای شهری که شامل دستورالعمل‌های برنامه‌ریزی از دیدگاه آب‌وهوای شهری است (شمسی‌پور، ۱۴۰۱، ص. ۲۰).

در تصویر (۱) و جدول (۱) به تحلیل‌های این دو مولفه پرداخته شده است:

تصویر (۱). رئوس راهبردها و اقدامات برای بهبود محیط اقلیمی شهری

منبع: شمسی‌پور، ۱۴۰۱، ص. ۱۵۸

جدول (۱). تحلیل آب‌وهوایی و پدیده‌ها در یک نقشه آب‌وهوای شهری *UC-AnMap*

مولفه *UCMap*	ویژگی‌های آب‌وهوایی وپدیده‌ها	
نقشه تحلیل آب و هوای شهری	-تحلیل الگوی جهت باد محلی (مثلاً سوپذیری باد، نسیم‌های دریا و خشکی، باد دره و کوه) - تحلیل جهت باد غالب محلی - تحلیل گذرهای هوای موجود و بالقوه - تحلیل پهنه‌های تهویه (پهنه‌های تولید هوای سرد) - تحلیل موقعیت موانع تأثیرگذار توسط بناها یا گیاهان	جنبه باد(تهویه)
	- تحلیل مناطق اثر جزیره گرمای شهری - تحلیل تغییرات زیست آب‌وهوای شهری، به ویژه موقعیت مناطق با تنش گرما و سرما	جنبه گرمایی
	- تحلیل آلودگی هوای منطقه	جنبه آلودگی هوا

منبع: شمسی‌پور، ۱۴۰۱، ص. ۲۲

۲-۵- زیرساخت سبز

زیرساخت‌های سبز شهری مانند پارک‌های عمومی، جنگل‌ها، فضاهای سبز، باغ‌های خصوصی، تالاب‌های شهری، زمین‌های کشاورزی، برکه‌ها، جویبارها و عناصر سبز منفرد (سبزینگی عمودی، بام‌های سبز و درختان خیابان) اخیراً توجه فزاینده‌ای از جوامع تحقیقاتی، دولت‌های محلی و عموم مردم را به خود جلب کرده‌اند. برنامه‌ریزی زیرساخت سبز شهری یک رویکرد استراتژیک است که شامل توسعه شبکه‌های به هم پیوسته و چند منظوره از فضاهای آبی و سبز برای ارائه طیف متنوعی از مزیت‌ها در حوزه‌های زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی است. ایجاد زیرساخت‌های سبز شهری پتانسیل بهبود همزمان قابلیت زندگی و تاب‌آوری اقلیمی شهرها را دارد بنابراین به تدریج به یک جزء ضروری از بافت شهری تبدیل می‌شود (Herath & Bai, 2024).

علی‌رغم بلوغ زیرساخت سبز در جامعه دانشگاهی و حرفه‌ای دنیا، این موضوع در ایران همچنان تازه و نوپاست و عموماً معطوف به عناصری از شهرهاست که به شکل آشکاری سرسبز بوده و در اقلیم‌های معتدل و مرطوب مطرح شده است. این در حالی است که بسیاری عناصر شهرهای اقلیم گرم و خشک به جد واجد ویژگی‌های زیرساخت سبز هستند (قادریان، گلکار و حکیمیان، ۱۴۰۱، ص. ۱۱۶).

۲-۶- بام و دیوارهای سبز

در تابستان، بخش زیادی از انرژی خورشیدی که بر یک بام سبز می‌تابد، برای تبخیر آب استفاده می‌شود. این موضوع به محافظت در برابر گرمای تابستان کمک می‌کند. در زمستان، لایه پوشش گیاهی و بستر بام لایه‌ای اضافی می‌سازد تا خروج گرما را کاهش دهد. از دیگر مزایای بام‌های سبز حفظ آب باران، رفع غبار و فضای جدید زندگی برای حیوانات است. فضاهای سبز عمودی همچون بام و دیوار سبز از رویکردهای نوین معماری و شهرسازی و برخاسته از مفاهیم توسعه پایدار است که مزایایی همچون تعدیل دما، تعدیل رواناب، حفظ شرایط اکولوژیکی و ... را در شهرها به همراه دارد (شمسی‌پور، ۱۴۰۱، ص. ۱۸).

۲-۷- انرژی و توسعه‌های شهری

انرژی‌های تجدیدپذیر، منابع انرژی‌ای هستند که طی یک عمر انسان به طور طبیعی تجدید می‌شوند، به طور مکرر در محیط رخ می‌دهند و می‌توان از آن‌ها برای اهداف مهم استفاده برد. نمونه‌هایی از سیستم‌های انرژی‌های تجدیدپذیر شامل منابع خورشیدی، بادی، آبی، زمین‌گرمایی و زیست‌توده می‌باشند. این منابع انرژی به سرعت تجدید می‌شوند و نرخ مصرف آن‌ها بدون تأثیر یا تاثیر کمی بر دسترسی‌شان دارد. منابع انرژی‌های تجدیدپذیر می‌توانند برای تولید برق و گرما با استفاده از فناوری‌های تبدیل مختلف مورد استفاده قرار گیرند و می‌توانند برای تأمین نیازهای انرژی انسان به کار گرفته شوند (Obada et al., 2024).

می‌توان به بیابان‌ها به عنوان مناطق وسیعی نگریست که سطح خشن، ثروت‌های زیرزمینی، اقلیمی آفتابی و بادناک و شرایط سخت برای زندگی ساکنانشان دارند. در رویکری دقیق‌تر و واقع بینانه‌تر، بیابان‌ها مناطقی با منابع فراوان و پایان‌پذیر از انرژی پاک و آب شیرین هستند و زیربنایی مستحکم برای توسعه اقتصادی- اجتماعی هستند. مهمترین نیروی راه‌انداز برای چنین توسعه اقتصادی- اجتماعی تولید نیرو به وسیله سامانه‌های بزرگ مقیاس فتوولتائیک است(کوموتو و دیگران، ۱۳۹۵، ص. ۱۰). در جدول (۲) به ارائه پتانسیل این گونه سامانه‌ها در کشورهای بیابانی پرداخته شده است:

جدول (۲). فواید بالقوه سامانه های بزرگ مقیاس فتوولتائیک برای کشورهای بیابانی

فواید اقتصادی	استفاده از سیاست‌های مناسب در معرفی این سامانه‌ها سبب ایجاد بازار محلی بزرگ و پایداری برای پانل‌های خورشیدی یا سایر اجزای سامانه و مواد مصرفی می‌شود که شامل نصب و نگهداری هم می‌شود. علاوه بر آن، سرمایه لازم برای دستیابی به توسعه پاک، تدارک دیده خواهد شد. برق تولید شده را می‌توان در بازارهای محلی و یا صادراتی وارد کرد و می‌توان گواهینامه‌های کسب شده در بحث ساز و کار توسعه پاک را در بازارهای بین‌المللی خرید و فروش کرد.

فواید اجتماعی	با وضع سیاست‌های بلندمدت در زمینه تولید برق از این سامانه‌ها بازارهای محلی پایداری ایجاد خواهد شد و سبب سرمایه گذاری ملی و بین‌المللی در تولیدات محلی خواهد شد که می‌توان به پانل‌های خورشیدی، سلول‌های خورشیدی، مواد سیلیکونه یا سایر مواد اولیه مانند شیشه، فلز، چسب و غیره اشاره کرد. این عمل سبب ایجاد اشتغال مضاعف در نواحی بیرونی می‌شود. برای معرفی فناوری مدرن، همکاری‌های بین‌المللی و انتقال فناوری نیاز خواهد بود.
امنیت تأمین انرژی	به دلیل اینکه تابش زیادی در نواحی بیابانی در دسترس بوده و خواهد بود، این انرژی امن‌ترین نوع انرژی است، زیرا تابش خورشید برای همگان در دسترس است. به دلیل آنکه اجزا و فناوری تبدیل تابش خورشید به برق ارزان‌تر خواهد شد، سامانه‌های بسیار بزرگ و همچنین بسیار کوچک مقیاس در آینده نزدیک مقرون به صرفه می‌شوند.
مسائل زیست‌محیطی	به منظور کاهش اثرات اقلیم، توافق‌های بین‌المللی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در حال تصویب است یا تصویب خواهد شد. به‌وسیله تولید انرژی فتوولتائیک به جای تولید برق به صورت متداول آن، انتشار گازهای گلخانه‌ای کاهش محسوسی خواهد داشت.
صلح/ تسکین فقر	دسترسی آسان به انرژی خورشیدی(تابش) در نواحی بیابانی یعنی دسترسی همگان به منبع انرژی پایدار و مقرون به صرفه که شرط مهمی در جلوگیری از جنگ بر سر انرژی است. علاوه بر این، بهره‌برداری از انرژی فتوولتائیک سبب تحریک توسعه اقتصادی در نواحی بیابانی می‌شود.
افزایش آگاهی بین‌المللی	با معرفی سیاست‌هایی در زمینه انرژی‌های پایدار همچون انرژی فتوولتائیک، آگاهی بین‌المللی از فواید این سامانه‌ها افزایش یافته است و کشورهای بسیاری این روش را اقتباس خواهند کرد.

منبع: کوموتو و دیگران، ۱۳۹۵، ص. ۱۱

طراحی ساختمان انعطاف‌پذیر یا طراحی خورشیدی می‌تواند به کاهش مصرف انرژی در حین دستیابی به استانداردهای زندگی مدرن کمک کند. ساختمان‌ها نقش حیاتی در ارائه حفاظت کافی همراه با آسایش حرارتی و بصری برای ساکنین خود دارند. معماران و طراحان شهری از قرن نوزدهم در مورد رابطه بین مصرف انرژی و ساختار واحدهای همسایگی تحقیق کرده‌اند. تعامل ساختمان‌ها با محیط آن‌ها یک چالش معمولی برای معماران، طراحان شهری و هواشناسان است. هواشناسان به چگونگی تأثیر توسعه شهری بر تغییرات اقلیمی علاقه‌مند هستند. در مقیاس ساختمان، معماران راحتی و مصرف انرژی را بررسی می‌کنند. معماران و شهرسازان تشخیص دادند که تمرکز صرفاً بر روی ساختمان‌ها بدون در نظر گرفتن ساختمان‌های اطراف فایده چندانی ندارد و از این رو مطالعات رفتار حرارتی ساختمان‌ها در سطح بلوک‌های شهری و گروه ساختمان‌ها باید انجام شود. هنگامی که یک ساختمان در یک ردیف قرار می‌گیرد، رفتار حرارتی آن با زمانی که به تنهایی و بدون سازه‌های اطراف قرار می‌گیرد متفاوت است. تأثیر هندسه بلوک‌ها بر مصرف انرژی یکی از ویژگی‌های اساسی طراحی بلوک در توسعه شهری است(Dwijendra et al., 2022).

طرح شهری برای ارزیابی آسایش حرارتی در محیط‌های مسکونی اهمیت دارد و بنابراین طیف شاخص‌های محیطی در نظر گرفته شده در فرآیند برنامه‌ریزی شهری گسترش می‌یابد. این موضوع به نتیجه‌گیری‌های زیر منجر می‌شود:

-در مراحل ابتدایی طراحی، برنامه‌ریزی شهری باید چیدمان بلوک‌ها را از نظر کارایی انرژی به اندازه جنبه‌های ترکیب‌بندی، منظر، کارکرد، حمل‌ونقل و غیره، تجزیه و تحلیل کند.

– مراحل بعدی طراحی شهری باید شامل تحلیل‌های انرژی اضافی از تهویه شهری (سرعت باد)، شکل و رنگ نماهای ساختمان، مواد عایق‌بندی، چیدمان فضای سبز و غیره باشد.

-تایید نهایی پروژه شهری باید به عنوان نتیجه‌ای از تحلیل چندگانه مفهوم طراحی فضا صورت گیرد که شامل بررسی چیدمان‌های مختلف قطعه از نظر صرفه‌جویی انرژی است تا بهترین گزینه انتخاب شود(Bonenberg et al., 2023).

مساله مهم دیگر که در برنامه‌ریزی باید بدان توجه کرد مساله آب است. آب در تمام جنبه‌های یک سیستم شهری فعال نفوذ می‌کند (به عنوان مثال، تفریح در فضای باز، تولید صنعتی، مصرف مسکونی و غیره). بنابراین مدیریت کارآمد آن یک جزء جدایی‌ناپذیر و همچنین چالشی حیاتی برای پایداری محیط زیست شهری در فرآیند برنامه‌ریزی است (Yang & Wang, 2017). علاوه برآن، در سراسر دنیا جوامع کوچک و مجزایی مانند جزایر و روستاهای دورافتاده وجود دارند که به شبکه برق و آب آشامیدنی دسترسی ندارند. برای این تقاضا، منابع آب جدید نیاز خواهد بود و شیرین‌سازی آب دریا و آب‌های شور راه حل جالبی به نظر می‌رسد. تولید آب شیرین با استفاده از فناوری‌های شیرین‌سازی که با انرژی‌های تجدیدپذیر کار می‌کنند به نظر با ثبات‌ترین راه‌حل برای حل بحران کمبود آب در نواحی دورافتاده‌ای است که فقدان آب آشامیدنی و فقدان شبکه برق از ویژگی مشخص آن‌هاست. در نواحی خشک و نیمه‌خشک، فقدان آب آشامیدنی اغلب مطابق با تابش شدید خورشید است و موجب می‌شود بتوانیم از انرژی فتوولتائیک به عنوان نیروی محرک برای سامانه‌های شیرین‌سازی آب استفاده کنیم (کوموتو و دیگران، ۱۳۹۵، ص ص. ۱۲۱-۱۳۳).

۳-پیشینه عملی

زیرساخت‌های سبز- آبی از اجزایی کاملاً طبیعی برخور دارند، که نه تنها چشم‌اندازهایی بسیار اعجاب انگیز برای شهرها به وجود می‌آورند، بلکه به طور قابل توجهی به کاهش دمای هوا و به حداقل رساندن انتشار گازهای آلاینده کمک می‌کنند که این دو مولفه به سهم خود در کاهش اثرات جزایر اقلیمی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به عنوان مثال می‌توان به شهر ملبورن اشاره کرد. از آن جا که مردم در شهرهای استرالیایی ساعات بسیار گرمی را در طول روز تجربه می‌کنند، مدیران تصمیم گرفته‌اند از طریق گسترش زیرساخت‌های سبز- آبی به تنظیم دمای هوا کمک کنند، امکان نفوذ آب باران به اعماق زمین و پیشگیری از وقوع سیل را فراهم آورند، در مسیرهای حرکت شهروندان سایبان‌هایی ایجاد کنند و در نهایت، کیفیت هوا را به طور قابل توجهی بهبود بخشند. در این راستا، مدیران کلانشهر ملبورن جنبشی تحت عنوان" محیط اطراف خود را سبز کنید" چهار طرح آزمایشی را پیاده کردند که در آن، بیش از ۲۰۰ کوچه در مناطق تجاری مرکزی شهر را، به گل‌ها و گیاهان سبز مزین کردند. امکان افزودن فضاهای سبز در بعضی از این مناطق وجود نداشت و به همین دلیل، مدیران ملبورن هنرمندان را دعوت کردند با الهام از طبیعت، دیوارنگارهایی سبز ایجاد و مردم را هرچه بیشتر با مزایای وجود سایر فضاهای سبز آشنا کنند و آن‌ها را به گسترش پوشش گیاهی در گوشه و کنار منزل خود سوق دهند. برنامه‌ریزان ملبورن با تلفیق تانک‌هایی عظیم برای ذخیره آب باران، ایجاد بام‌ها و دیوارهای سبز و در نهایت، احداث باغ‌های بارانی، بسیاری از کوچه‌های شهر را به ایستگاه‌های سبز- آبی تبدیل کردند(خاک‌زند و اردستانی، ۱۴۰۲، ص ص. ۱۰۵۲-۱۰۵۳).

در دهه‌های اخیر، توسعه‌های قابل توجه شهری باعث افزایش سریع جمعیت و تغییرات آب‌وهوای شهری در دبی شده است. با توجه به موقعیت جغرافیایی، آب‌وهوای دبی نیمه گرمسیری و بیابانی، با تابستان‌های گرم و مرطوب و زمستان‌های معتدل است. در سال‌های اخیر، امارات متحده عربی اقدامات فوری را برای پیشگیری و سازگاری با آثار تغییرات اقلیمی آغاز کرده و یک مسیر و اقدامات بلندمدت برای سیاست‌های آب‌وهوا و انرژی ارائه کرده است. در سال ۲۰۱۷، دولت با تصویب "طرح تغییرات اقلیمی ملی ۲۰۱۷-۲۰۵۰" اقدام به مقابله با تغییرات آب‌وهوایی کرد که چارچوبی برای کنترل انتشار گازهای گلخانه‌ای، سازگاری با تغییرات آب‌وهوایی و نوآوری‌ها در بخش اقتصادی خصوصی را فراهم می‌کند. آب‌وهوای شهری در دبی تحت تاثیر کاربری زمین و پوشش گیاهی است. دولت دبی بر اهمیت زیرساخت‌های سبز تأکید دارد که بسیار ارزشمند هستند و تأثیر قابل توجهی در کاهش حرارت شهری در مناطق شهری دارند. افزایش فضاهای پوشش گیاهی می‌تواند تعادل انرژی سطح را با کاهش گرمای ذخیره شده در سطوح شهری و افزایش تبخیر و تعرق تغییر دهد همچنین، پوشش گیاهی شهری می‌تواند ذخیره‌سازی گرما را کاهش داده و در نتیجه خنک‌سازی شبانه را بهبود بخشد. اندازه و فاصله مناطق سبز برای بهره‌مندی مناطق اطراف از تأثیر خنک‌کنندگی بهینه حیاتی است. پوشش سبز در شهر، به ویژه در تمامی جاده‌ها و مناطق مسکونی، افزایش یافته و پوشش فضای سبز به حدود ۴۳،۸۳۰ متر مربع با کاشت بیش از ۱۷۰،۰۰۰ درخت در سال ۲۰۲۱ افزایش یافته است که به طور متوسط روزانه ۴۶۶ درخت کاشته می‌شود. چندین گونه درخت در بزرگراه‌های

بیرونی برای کاهش تهاجم شن و همچنین گونه‌های بومی که می‌توانند به حداقل اثرات تغییر آب‌وهوا در مناطق بیابانی باز و فرسایش خاک کمک کنند، کاشته شده‌اند. هوش مصنوعی برای بهبود کارایی سیستم آبیاری و پایداری شهری مورد استفاده قرار گرفته است. فضاهای سبز سایه‌دار با درختان نخل، درختان پارک، درختان گل‌دار، کاشت‌های فصلی و گونه‌های دیگری که به دماهای شدید منطقه تطبیق یافته‌اند، واحه‌ای جذاب از سبزینگی را برای منطقه و جاده‌ها مانند آن‌هایی که در مرکز شهر هستند فراهم می‌آورند. به دلیل تأثیر تغییر آب‌وهوا در منطقه، ساختمان‌ها و زیرساخت سبز اطراف ممکن است به خوبی با یکدیگر همکاری کنند. به عنوان مثال نمایشگاه اکسپو ۲۰۲۰ که در مساحتی به وسعت ۴,۳۸ کیلومتر مربع گسترده شده و شامل یک نهالستان به مساحت ۲۲۰ کیلومتر مربع با بیش از ۱۲۱۵۷ درخت و نخل، بیش از ۲۵۶٬۰۰۰ بوته و صدها گیاه گل‌دار و معطر است که همگی تکنولوژی‌های پایدار مانند انرژی خورشیدی را به کار می‌برند (Mohammed et al., 2023).

توجه به آب‌وهوا شناسی در برنامه‌ریزی شهری اشتوتگارت، از پیشینه طولانی برخوردار است. این موضوع مهمی است که در قانون ساختمان فدرال آلمان ثبت شده است. شیوه‌های اشتوتگارت به خوبی می‌تواند الگویی برای سایر شهرهای جهان باشد. درک آب‌وهوایی از نقشه اقلیم شهری اشتوتگارت می‌تواند به سه طرح ویژه: کاربری اراضی، فضای سبز و برنامه کنترل ارتفاع ساختمان‌ها کمک کند، همچنین بر حفاظت و ایجاد گذرهای تهویه در توسعه شهری تأکید دارد. محققان گروه آب‌وهوای شهری اشتوتگارت مجموعه‌ای از اطلس‌های آب‌وهوایی تهیه کرده‌اند که حاوی اطلاعات اقلیمی متنوع با مقیاس‌های مختلف است تا به برنامه‌ریزان محلی کمک کنند در برنامه روزانه خود تصمیم‌گیری بهتری برای تأمین نیازهایشان از سطح شهرداری تا سطح فدرال اتخاذ کنند (شمسی‌پور، ۱۴۰۱، ص. ۱۸۸).

٤- روش تحقیق

روش تحقیق توصیفی و تحلیلی است و راهکارهایی را از مرور ادبیات موجود و بررسی مطالعات موردی استخراج می‌کند.

بررسی ادبیات مستخرج از مقالات علمی و کتاب‌های مرتبط با برنامه‌ریزی شهری و طراحی با توجه به محیط‌های بیابانی است. مطالعات موردی بر اساس اهمیت، رویکرد نوآورانه و ارتباط با موضوعات مورد بحث در مقاله انتخاب شده و یافته‌ها و بحث‌های مقاله با ترکیب اطلاعات از منابع متنوع برای شناسایی الگوها و ملاحظات قابل توجه در زمینه برنامه‌ریزی و طراحی جهت پایداری شهرهای کویری ارائه می‌شوند.

٥- نتایج و بحث

در برنامه‌ریزی و طراحی برای اقلیم‌های بیابانی، شهرها با چالش‌های گوناگونی روبرو هستند که می‌توانند بر صورت‌بندی استراتژی‌های موجود برای توسعه پایدار تأثیر بگذارند. در این پژوهش، به بررسی چگونگی مواجهه شهرهای واقع در اقلیم‌های بیابانی با چالش‌های خود پرداخته شد. مشاهده شده است که این شهرها با استفاده از مدیریت منابع آبی، بهره‌وری از انرژی‌های تجدیدپذیر و طراحی شهری سازگار با شرایط اقلیمی، راه‌های نوآورانه‌ای برای کاهش تاثیرات فشارهای محیطی بر ساکنین خود اتخاذ کرده‌اند. با این حال، حل معضل کم‌آبی، مدیریت دما و برقراری عدالت اجتماعی از جمله مواردی هستند که همچنان به تلاش و نوآوری بیشتر نیاز دارند. چالش‌ها فقط در چارچوب سیستم‌های فیزیکی و تکنولوژیکی محدود نمی‌شوند، بلکه لازم است توجه ویژه‌ای به بعد اجتماعی- اقتصادی نیز شود. سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های آموزشی و فرهنگی، توانمندسازی جامعه و تقویت سیستم‌های مدیریتی مشارکت‌جو نه تنها باعث بهبود دسترسی به منابع، بلکه به افزایش سرمایه اجتماعی و همبستگی درون‌شهری برای حل چالش‌ها می‌انجامد. در نهایت، بهره‌گیری از تجربیات شهرهای دیگر و خلاقیت بومی می‌تواند به ایجاد رویکردهای پایدار و قابل توسعه کمک شایانی کند. در زیر پاسخ به سوال پژوهش که چگونگی برخورد شهرها و راهکارهای پیشنهادی برای ساختن محیط‌های شهری پایدار و انعطاف پذیر در اقلیم بیابانی می‌باشد، ارائه شده است:

۱) در بوم‌های بیابانی استفاده از نقشه‌های آب‌وهوای شهری برای ارتقاء راهکارهای خنک‌سازی طبیعی، بهبود پوشش گیاهی شهری

و مدیریت بهتر منابع انرژی و آب از اهمیت بالایی برخوردار است. این نقشه‌ها ابزاری کلیدی برای تسهیل برنامه‌ریزی و طراحی شهرهای پایدار و سازگار با محیط‌زیست در اقلیم‌های بیابانی هستند. این نقشه‌ها کمک می‌کنند تا تأثیرات منفی اقلیمی در طراحی فضاهای شهری به حداقل رسانده شود تا کیفیت زندگی ساکنین بهبود یابد در همین راستا شمسی‌پور (۱۴۰۱) هدف اصلی نقشه‌های آب‌وهوای شهری را تلاش برای ایجاد پلی بین متخصصان و کاربران نهایی نقشه‌های اقلیمی در طرح‌ها و برنامه‌های توسعه و طراحی شهری می‌داند.

۲) شهرهای بیابانی معمولاً از تابش زیاد خورشید بهره می‌برند، که می‌تواند به عنوان یک فرصت برای تولید انرژی خورشیدی باشد. نصب پنل‌های خورشیدی بر روی ساختمان‌ها و در مناطق حومه‌ای به شهرها اجازه می‌دهد تا به تأمین انرژی پاک کمک کنند. همانگونه که کوموتو و دیگران(۱۳۹۵) نیز به این نتیجه رسیده‌اند که نواحی بیابانی حاوی منبع عظیم و پایان ناپذیری از انرژی پاک هستند و سامانه‌های خورشیدی سهم قابل توجهی در تأمین انرژی مورد نیاز جهان خواهند داشت.

۳) شهرهای واقع در اقلیم بیابانی که الگوهای ساختار شهری خود را با در نظر گرفتن ویژگی‌های اقلیمی و با استفاده از تکنیک‌های سایه‌اندازی، تهویه طبیعی و مصالح مناسب برای ساختمان‌ها طراحی کرده‌اند، در کاهش دما و بهبود کیفیت زندگی ساکنین موفق بوده‌اند. جهت‌گیری بلوک‌ها و تراکم بافت‌های شهری، که با حفظ فاصله کافی بین ساختمان‌ها برای گردش هوا و ایجاد سایه ترکیب شده‌اند نیز یکی از موفقیت‌ها است.

۴) استراتژی‌های مقابله‌ای شهرهای بیابانی نیازمند توجه به سازگاری با محیط زیست و کاهش اثرات فشارهای اقلیمی بیابانی هستند. در این راستا، زیرساخت‌های سبز نقش موثری ایفا می‌کنند. زیرساخت سبز به تنظیم دمای شهری کمک کرده و می‌تواند به عنوان سیستمی برای مدیریت آب‌های سطحی و کاهش رواناب شهری عمل کند. دیوارهای سبز که با پوشش گیاهی مناسب بر روی نمای ساختمان‌ها ایجاد می‌شوند، کمک قابل توجهی به عایق‌بندی حرارتی و جذب دی‌اکسید کربن می‌کنند و همچنین می‌توانند به خنک کردن فضای شهری و بهبود کیفیت هوا کمک کنند.

٦- نتیجه‌گیری

شهرهایی که در محیط‌های بیابانی قرار دارند با عواملی چون افزایش مصرف آب و مصرف انرژی از طریق افزایش تقاضا برای تهویه مطبوع، افزایش آلودگی هوا و تأثیرات آن بر سلامت عمومی مواجه هستند. راهکارهایی برای کاهش تأثیر این عوامل از طریق طراحی محیط ساخته شده، هم در توسعه های جدید شهری و هم در شرایط موجود وجود دارد. این مطالعه با تمرکز بر رویکردهایی مانند تهیه نقشه‌های آب‌وهوای شهری، زیرساخت‌های سبز و انرژی‌های تجدیدپذیر به دنبال کمک به توسعه شهرهای بیابانی تاب‌آور و قابل زندگی بوده است چرا که مرور نظریات و مطالعات موردی می‌تواند به بازطراحی و توسعه شهرها در محیط‌های بیابانی کمک کرده و آن‌ها را پایدارتر، سالم‌تر و زیست‌پذیرتر کند.

۸- چکیده انگلیسی

ترجمه کامل و دقیقی از چکیده فارسی با فونت Times New Roman و اندازه ۹ به همراه واژه های کلیدی ***(Key Words)*** در حداکثر ۷ کلمه ارایه شود.

۱۱- رفرنس دهی

آزموده، مریم (۱۴۰۰). چگونگی عملکرد گیاهان در تعدیل پارامترهای مؤثر بر آسایش حرارتی در فضای شهری نمونهٔ پژوهش: دیوار سبز شهری در تهران. *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۳۲(۳)، ۶۷-۸۰.

حسینی، جواد (۱۳۹۹). *برنامه‌ریزی توریسم برای مناطق بیابانی*. تهران: انتشارات ماهواره

شمسی‌پور، علی‌اکبر (۱۴۰۱). *نگاشت اقلیم شهر و توصیه‌های برنامه‌ریزی(مروری بر تجارب جهانی)*. تهران: دانشگاه تهران

قادریان، مسعود؛ گلکار، کورش و حکیمیان، پانتهآ (۱۴۰۱). مفهوم‌یابی زیرساخت سبز در شهرهای حاشیه کویر. *فصلنامه علوم محیطی*، ۲۰(۴)، ۱۲۴-۱۰۱.

کوموتو، کیچی؛ ایتو، ماساکازو؛ فاندرلوتن، پیتر؛ فیمن، دیوید و کوروکاوا، کاسوکه (۱۳۹۵). *تولید انرژی از مناطق بیابانی*. ترجمه محمد جعفری، مسعود جعفری شلمزاری، مهدی اشجعی، تهران: دانشگاه تهران

گمار، منا (۱۴۰۱). *شهر زیست پذیر، شهر پایدار*. تهران: انتشارات شهرسازی

لیتی، جولی (۱۳۹۰). *بیابان‌ها و زیست‌بوم‌های بیابانی*. ترجمه امین صالح‌پورجم، مجید کریم‌پورریحان، محمدکیا کیانیان، غلامرضا زهتابیان، علی‌اکبر دماوندی، میترا شیرازی، تهران: انتشارات دانشگاه تهران

Bonenberg, W., Skórzewski, W., Qi, L., Han, Y., Czekała, W., & Zhou, M. (2023). An Energy-Saving-Oriented Approach to Urban Design—Application in the Local Conditions of Poznań Metropolitan Area (Poland). *Sustainability (Switzerland)*, *15*(14). https://doi.org/10.3390/su151410994

Chen, H., & Costanza, R. (2024). Valuation and management of desert ecosystems and their services. *Ecosystem Services*, *66*, 101607.https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2024.101607

Chen, X., & He, B. J. (2024). Planning for heat-resilient 15 min-cities: Opportunities, measurement, mechanism, and pathways. *Environmental Impact Assessment Review*, ۱۰۵, ۱۰۷٤۰٦. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2023.107406

Constantinou, S., Al-naemi, F., Alrashidi, H., Mallick, T., & Issa, W. (2024). A review on technological and urban sustainability perspectives of advanced building-integrated photovoltaics. *Energy Science and Engineering*, *12*(3), 1265–1293. https://doi.org/10.1002/ese3.1639

Dwijendra, N. K. A., Rahardja, U., Kumar, N. B., Patra, I., Zahra, M. M. A., Finogenova, Y., Guerrero, J. W. G., Izzat, S. E., & Alawsi, T. (2022). An Analysis of Urban Block Initiatives Influencing Energy Consumption and Solar Energy Absorption. *Sustainability (Switzerland)*, *14*(21). https://doi.org/10.3390/su142114273

Edwards, M. (2013). *Design with the Desert: Conservation and Sustainable Development* (R. Malloy, Richard and Brock, John and Livingston, Margaret and Floyd, Anthony and Webb (ed.); CRC Press). Boca Raton.

Hajr, M., Abouelseoud, T., Hesham, B., & Qotp, S. (2024). The suitability of the MOSTADAM system with the global systems of sustainability in the desert city, Case study (North Narjes project in KSA). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1283*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/1283/1/012015

Herath, P., & Bai, X. (2024). Benefits and co-benefits of urban green infrastructure for sustainable cities: six current and emerging themes. *Sustainability Science*, *0123456789*. https://doi.org/10.1007/s11625-024-01475-9

Mohammed, A., Khan, A., & Santamouris, M. (2023). Numerical evaluation of enhanced green infrastructures for mitigating urban heat in a desert urban setting. *Building Simulation*, *16*(9), 1691–1712. https://doi.org/10.1007/s12273-022-0940-x

Obada, D. O., Muhammad, M., Tajiri, S. B., Kekung, M. O., Abolade, S. A., Akinpelu, S. B., & Akande, A. (2024). A review of renewable energy resources in Nigeria for climate change mitigation. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, *9*, 100669.https://doi.org/10.1016/j.cscee.202

4.100669

Yang, J., & Wang, Z. H. (2017). Planning for a sustainable desert city: The potential water buffering capacity of urban green infrastructure. *Landscape and Urban Planning*, *167*, 339–347. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.07.014