https://doi.org/10.5281/zenodo.21983869

تأثير المناخ الصحراوي على التخطيط العمراني في مدينة سبها

أ. أنور عمار سلامة العاتي

استاذ مساعد بقسم الجغرافيا/ كلية التربية العجيلات/ جامعة الزاوية– ليبيا.

a.alati@zu.edu.ly

د. منصور علي منصور قلية

استاذ مشارك بقسم الجغرافيا/ كلية التربية العجيلات/ جامعة الزاوية– ليبيا.

m.glia@zu.edu.ly

الملخص:

تناول البحث تأثير المناخ الصحراوي على التخطيط العمراني في مدينة سبها، باعتبارها من المدن الليبية التي تقع ضمن نطاق مناخي قاحل يتسم بارتفاع درجات الحرارة، وشح الأمطار، والعواصف الرملية المتكررة. ويهدف البحث إلى تحليل مدى مراعاة السياسات التخطيطية لهذه الخصائص البيئية، ومدى انعكاس ذلك على جودة الحياة واستدامة النمو الحضري.

واعتمد البحث على منهج تحليلي جمع بين دراسة البيانات المناخية طويلة المدى، وتحليل خرائط التوسّع العمراني، ومراجعة المخططات الحضرية للمدينة. كما استند إلى أربع فرضيات رئيسة تتعلق بضعف الاعتبارات المناخية في التخطيط، وتبعات ذلك على استهلاك الموارد، إضافة إلى أهمية التخطيط المناخي المستدام ودور البيانات المناخية الدقيقة في دعم السياسات العمرانية الفعّالة.

وأظهرت النتائج أنّ التخطيط العمراني في سبها يعاني من ضعف واضح في دمج المتغيرات المناخية، مما أدى إلى زيادة استهلاك الطاقة، وارتفاع الضغط على الموارد المائية، إضافة إلى أضرار متكررة من العواصف الرملية. كما كشفت الدراسة عن نقص ملحوظ في البيانات المناخية المعتمدة في التخطيط، مما انعكس سلبًا على كفاءة المشروعات العمرانية.

وخلُصت الدراسة إلى ضرورة إعادة صياغة السياسات التخطيطية في المدينة بتبني نهج التخطيط المناخي المستدام، وتوفير قواعد بيانات مناخية دقيقة، وتطوير تصاميم عمرانية مقاومة للظروف البيئية الصحراوية. كما أوصت بأهمية رفع الوعي المجتمعي وتعزيز التعاون بين المؤسسات المختصة لتقوية قدرة المدينة على التكيف وتحقيق استدامة عمرانية شاملة.

الكلمات المفتاحية: التخطيط العمراني، المناخ الصحراوي، الاستدامة البيئية، التكيف المناخي.

–الجزء الأول من بحوث المؤتمر الجغرافي الثامن عشر والذي عقد بجامعة الجفرة بتاريخ 17–18– ديسمبر 2025 ، بعنوان (**البيئات الجغرافية الليبية الجافة وشبه الجافة: الواقع – الآفاق – التحديات** ، (**2026.08.15 م**) **https://jlgs.ly/ojs**.

The Impact of Desert Climate on Urban Planning in Sebha City

Anwar Ammar Salama Alati
Department of Geography, Faculty of Education – Al Ajilat
University of Al-Zawiya- Libya.
a.alati@zu.edu.ly

Mansour Ali Mansour Qalia
Department of Geography, Faculty of Education – Al Ajilat
University of Al-Zawiya- Libya.
m.glia@zu.edu.ly

Abstract

The research addressed the impact of the desert climate on urban planning in the city of Sabha, considering it one of the Libyan cities located within an arid climatic zone characterized by high temperatures, scarce rainfall, and frequent sandstorms. The study aimed to analyze the extent to which planning policies take these environmental characteristics into account and how this is reflected in the quality of life and the sustainability of urban growth.

The research adopted an analytical approach that combined the study of long-term climatic data, analysis of urban expansion maps, and a review of the city's urban plans. It was based on four main hypotheses concerning the weak integration of climatic considerations in planning, the consequences of this on resource consumption, as well as the importance of sustainable climate planning and the role of accurate climate data in supporting effective urban policies.

The findings revealed that urban planning in Sabha suffers from a clear weakness in integrating climatic variables, leading to increased energy consumption, higher pressure on water resources, and frequent damages from sandstorms. The study also uncovered a significant lack of reliable climate data used in planning, which negatively affected the efficiency of urban projects.

The study concluded that there is an urgent need to reform planning policies in the city by adopting a sustainable climate planning approach, providing accurate climate databases, and developing urban designs that are resilient to desert environmental conditions. It also recommended raising public awareness and enhancing cooperation between relevant institutions to strengthen the city's ability to adapt and achieve comprehensive urban sustainability.

***Keywords*:** Urban Planning, Desert Climate, Environmental Sustainability, Climate Adaptation.

https://doi.org/10.5281/zenodo.21983869

مقدمة:

يشهد العالم تغيرات مناخية متسارعة تُلقي بظلالها على مختلف جوانب الحياة، الأمر الذي يستدعي مراجعة جذرية لسياسات التخطيط الحضري والتنمية الحضرية. ففي ظل التوسع العمراني المتزايد والضغوط البيئية المتفاقمة، تبرز الحاجة إلى تبني استراتيجيات شاملة تراعي الأبعاد البيئية والاجتماعية والاقتصادية، وتُسهم في تعزيز استدامة المدن ومرونتها في مواجهة الأزمات المناخية.

ويشكّل التغير المناخي تحديًا كبيرًا للتخطيط الحضري، إذ تتنوع آثاره بين مخاطر بيئية كالجفاف والفيضانات، وتأثيرات بشرية على استخدام الموارد والبنية التحتية. لذا يتطلب التصدي لهذه التحديات نهجًا استباقيًا يدمج التكنولوجيا الحديثة، ونُظم الطاقة المتجددة، والنقل المستدام، بما يُسهم في تقليل الانبعاثات الكربونية وتحسين جودة الحياة في المناطق الحضرية.

ومما لا شك فيه يُعدّ المناخ عاملًا حاسمًا في التخطيط العمراني، خاصة في المناطق ذات الظروف القاسية كالمناطق الصحراوية. وتُعدّ مدينة سبها، الواقعة في قلب الصحراء الليبية أنموذجًا مهمًا لدراسة تأثير المناخ الصحراوي على التخطيط الحضري، في ظل ما تشهده من ارتفاع درجات الحرارة، قلة الهطول المطري، وتكرار العواصف الرملية.

ورغم وجود مخططات عمرانية سابقة، مثل المخطط الفنلندي "فنماب" حتى عام 2000، إلّا أنّ هذه الخطط لم تكن كافية لمواجهة التحديات المناخية المتزايدة. وتسعى هذه الدراسة إلى تحليل مدى تكامل الاعتبارات المناخية في التخطيط العمراني بمدينة سبها، وتحديد أوجه القصور، واقتراح استراتيجيات بديلة قائمة على مبادئ الاستدامة والتكيف المناخي، بما يُسهم في تحسين جودة الحياة والحفاظ على الموارد البيئية في المدينة.

مشكلة البحث:

تواجه مدينة سبها كواحدة من المدن الصحراوية في ليبيا تحديات مناخية وبيئية حادة تتمثّل في ارتفاع درجات الحرارة، وقلة الأمطار، وتكرار العواصف الرملية، مما يؤثر سلبًا على جودة الحياة ويُضعف فاعلية التخطيط العمراني. ورغم وجود مخططات عمرانية سابقة إلّا أنّ هذه المخططات غالبًا ما افتقرت إلى إدماج الاعتبارات المناخية الخاصة بالبيئة الصحراوية. ويُشكل هذا القصور تحديًا حقيقيًا أمام تحقيق تنمية حضرية مستدامة تلبي احتياجات السكان وتُراعي الظروف البيئية المحلية. ومن هنا تبرز مشكلة البحث في التساؤلات الآتية:

1. ما مدى مواءمة التخطيط العمراني في مدينة سبها للخصائص المناخية الصحراوية ؟
2. ما هي أوجه القصور ؟ كيف يمكن تطوير استراتيجيات تخطيطية تتكيف مع هذه التحديات المناخية المتزايدة ؟

فرضيات البحث:

1. التخطيط العمراني لا يراعي الخصائص المناخية الصحراوية بشكل كافٍ.
2. غياب الاعتبارات المناخية يُفاقم المشكلات البيئية مثل استهلاك الطاقة وشح المياه.
3. اعتماد التخطيط المناخي المستدام يُحسّن مرونة المدينة وجودة الحياة.
4. نقص البيانات المناخية الدقيقة يُعيق إعداد خطط عمرانية فعّالة.

أهمية البحث:

تبرز أهمية البحث في كونه يعالج إحدى القضايا الحيوية التي تواجه التخطيط العمراني في المناطق الصحراوية، حيث تزداد حدة التحديات المناخية والبيئية. إذ يساهم البحث في توضيح مدى تأثير المناخ الصحراوي على فعالية الخطط العمرانية الحالية، مما يساعد في الكشف عن أوجه القصور التي تعيق تحقيق التنمية المستدامة. كما يقدّم البحث توصيات استراتيجية قائمة على مبادئ الاستدامة والتكيف المناخي، والتي تهدف إلى تعزيز قدرة المدينة على مواجهة التغيرات المناخية المتسارعة وتحسين جودة الحياة للسكان. إضافة إلى ذلك يسهم البحث في توفير قاعدة معرفية يمكن أنْ تُستخدم من قِبل صانعي القرار والمخططين الحضريين في ليبيا، ودول أخرى ذات ظروف مناخية مشابهة، لتعزيز التخطيط الحضري المستدام والمرن.

أهداف البحث:

1. دراسة تأثير المناخ الصحراوي على واقع التخطيط العمراني في مدينة سبها.
2. تقييم مدى إدماج الاعتبارات المناخية في الخطط العمرانية المعتمدة حاليًا في المدينة.
3. تشخيص أوجه القصور والتحديات التي تعيق التخطيط في ظل الظروف المناخية القاسية.
4. اقتراح استراتيجيات تخطيطية مستدامة قائمة على مبادئ التكيف مع المناخ.
5. تقديم توصيات عملية للمخططين وصناع القرار من أجل تطوير السياسات العمرانية في المدن.

منهجية البحث وأدواته:

يعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي لدراسة تأثير المناخ الصحراوي على التخطيط العمراني في مدينة سبها. حيث يتم جمع البيانات المناخية والجغرافية وتحليلها لفهم طبيعة الظروف

https://doi.org/10.5281/zenodo.21983869

المناخية وتأثيرها على البنية التحتية والخدمات الحضرية.كما يتضمن البحث مراجعة نقدية للمخططات العمرانية السابقة والتقارير ذات الصلة، بهدف تقييم مدى دمج الاعتبارات المناخية في التخطيط الحضري للمدينة.

حدود البحث:

الحدود المكانية: يركّز هذا البحث على مدينة سبها الواقعة في جنوب ليبيا، والتي تقع فلكياً بين خطي طول 12° 14′ و 37° 14′ شرقًا، ودائرتي عرض 00° 27′ و 09° 27′ شمالًا. جغرافياً، تقع في الجزء الجنوبي الغربي من ليبيا، وتبعد حوالي 800 كيلومتر عن العاصمة طرابلس. وتحد المدينة من الجهات الشمالية الشرقية، الجنوبية الشرقية، والجنوبية سلسلة من التلال، بينما يحدها من الشمال، الشمال الغربي، والغرب رمال الزلاف. ومن جهة الشرق والجنوب تحيط بها تلال متفرقة منتشرة على حافة سرير القطوسة.

وتتموضع المدينة على الطرف الشمالي الشرقي لحوض مرزق، الذي يُعدّ من أبرز المعالم الجغرافية في المنطقة، ويبلغ متوسط ارتفاع المدينة حوالي 420 مترًا فوق مستوى سطح البحر. وتُعدّ سبها أنموذجًا مميزًا لمناطق حضرية تقع داخل بيئة صحراوية شديدة الجفاف، وتواجه تحديات النمو العمراني غير المنضبط نسبيًا، مما يجعلها مجالًا مناسبًا لدراسة تأثير المناخ الصحراوي على التخطيط العمراني.

الحدود الزمنية للدراسة: تتناول هذه الدراسة الفترة الزمنية الممتدة من عام 2000 حتى عام 2024، وذلك بهدف تحليل تأثير التغيرات المناخية على أنماط التخطيط العمراني في مدينة سبها في هذه الفترة، حيث شهدت المدينة تحولات مناخية وعمرانية واضحة تستحق الدراسة والتحليل.

المفاهيم والمصطلحات:

– **المناخ الصحراوي:** نوع من المناخ يتميز بندرة الأمطار، وارتفاع درجات الحرارة خلال النهار، وانخفاضها ليلاً، بالإضافة إلى وجود رياح وعواصف رملية متكررة تؤثر على البيئة الطبيعية والحضرية (شرف، 1998، ص395).

– **التخطيط العمراني:** عملية تنظيم وتوجيه استخدامات الأراضي والبنية التحتية بهدف تحقيق بيئة حضرية متوازنة ومستدامة تلبي احتياجات السكان من السكن، الخدمات، والتنقل (الوكيل، 2006، ص6).

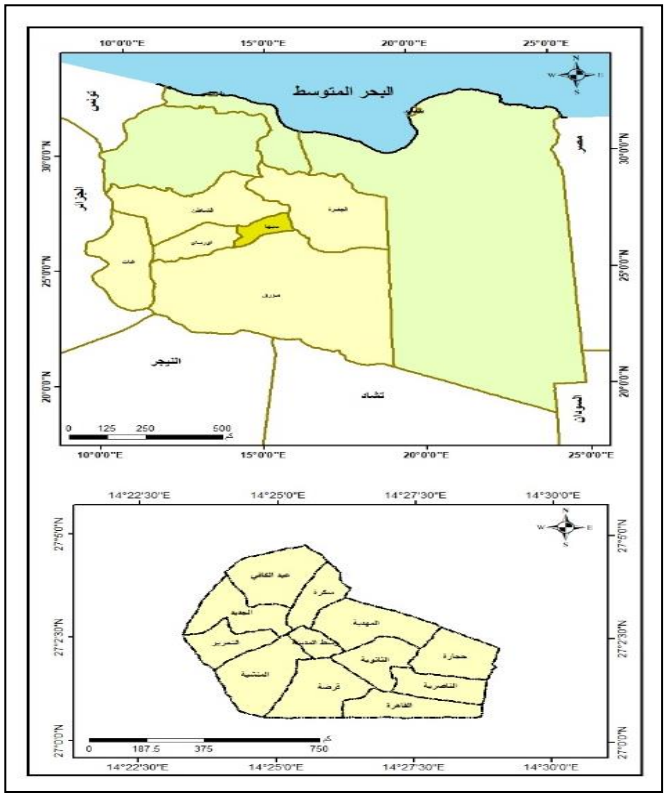
– **الاستدامة الحضرية:** مفهوم يشير إلى تطوير المدن بطريقة تحقق التوازن بين التنمية الاقتصادية والاجتماعية والبيئية لضمان جودة حياة أفضل للأجيال الحالية والمقبلة.

– **التكيف المناخي:** مجموعة الإجراءات والاستراتيجيات التي تهدف إلى تقليل الآثار السلبية للتغيرات المناخية على البيئة والبنية التحتية والإنسان، بما في ذلك تعديل أساليب التخطيط والبناء (الأحيدب، 2003، ص15).

– **البنية التحتية:** تشير إلى جميع المرافق والخدمات الأساسية التي تدعم الحياة الحضرية، مثل شبكات المياه، الكهرباء، الطرق، والصرف الصحي (حمدان، 1979، ص157–174).

– **ندرة المياه:** حالة نقص الموارد المائية المتاحة مقارنة بالاحتياجات، وهي من أبرز التحديات البيئية في المناطق الصحراوية (سلامة، 2023).

الخريطة (1) الموقع الجغرافي لمدينة سبها



المصدر: إعداد الباحثيْن باستخدام برنامج arc gis واستناداً إلى مصلحة التخطيط العمراني.

https://doi.org/10.5281/zenodo.21983869

الدراسات السابقة:

تناولت العديد من الدراسات العلمية العلاقة بين المناخ والتخطيط العمراني، خاصة في البيئات ذات الظروف القاسية مثل المناطق الصحراوية. وأسهمت هذه الدراسات في بناء قاعدة معرفية يمكن الاستناد إليها لفهم تأثير المتغيرات المناخية على النسيج الحضري وأساليب التكيّف الممكنة. وفيما يلي عرض لأبرز الدراسات:

– **دراسة اليونسكو (1963)** حول المناخ الداخلي :(Indoor Climate) تُعدّ هذه الدراسة من أوائل المحاولات لفهم تأثير المناخ على البيئة المبنية، حيث ركّزت على الفرق بين المناخات الجافة والرطبة في تصميم المباني، وأوصت بأهمية التهوية الطبيعية والعزل الحراري في المناطق الحارة الجافة.

– دراسة التخطيط العمراني في المناطق الحارة (UNESCO, 1971) تناولت هذه الدراسة تأثير المناخ الصحراوي على تصميم المساكن في شمال إفريقيا والشرق الأوسط، وأبرزت أهمية استخدام مواد بناء محلية وتخطيط الشوارع الضيقة لتقليل التعرض المباشر للشمس.

– **مخطط فنماب لمدينة سبها (حتى عام 2000)** وُضع هذا المخطط من قِبل الهيئة الاستشارية الفنلندية "فنماب"، وكان من أوائل المحاولات لتنظيم التوسع العمراني في سبها. ورغم استناده إلى بيانات هندسية واقتصادية، إلّا أنّه لم يُراعِ بالشكل الكافي المعطيات الجغرافية والمناخية، ما أدى إلى مشكلات عمرانية لاحقة تتعلق بالتهوية والراحة الحرارية.

– **دراسة الحاج يوسف (2014)** حول التغيرات المناخية والتخطيط الحضري في السودان: ركزت على التحديات المشتركة في المدن الصحراوية، خاصة في الخرطوم، وأوصت بتطوير نماذج تصميم عمراني مرن قادر على التكيف مع الموجات الحرارية وشح المياه.

– **دراسة سليمان السبيعي (2007)** الاعتبارات المناخية في التخطيط العمراني بمدينة غات تناولت الدراسة تأثير المناخ الصحراوي على تخطيط مدينة غات، وركّزت على التوجيه العمراني، واختيار مواد البناء، والتكيف مع الظروف المناخية القاسية. وأوصى الباحث بإعادة النظر في الضوابط البنائية، واستخدام المواد المحلية، وتعزيز التشجير، وتوجيه المباني والشوارع بما يقلل من التعرض المباشر لأشعة الشمس. كما دعت إلى الحفاظ على الطابع التقليدي للمدينة، وتخفيض تكلفة الكهرباء نظرًا لاعتماد السكان الكبير على التكييف.

– دراسة جامعة سبها (2020) "تحليل التوسّع العمراني في المدينة": بحثت في التغيرات في استخدامات الأرض والبنية التحتية، لكنها لم تتناول المناخ عاملًا رئيسًا، وهو ما يُظهر فجوة في الأدبيات المحلية التي يسعى هذا البحث لسدها.

ومن استعراض هذه الدراسات يتضح أنّ هناك اهتمامًا متزايدًا بأثر المناخ على التخطيط العمراني في المناطق الصحراوية، إلّا أنّ معظم الدراسات إمّا تناولت الموضوع من منظور عام، أو ركزت على مناطق أخرى، مما يؤكد الحاجة إلى دراسة متخصصة تركز على مدينة سبها تحديدًا، بوصفها أنموذجًا فريدًا يعاني من تحديات مناخية حادة وتخطيط عمراني غير متكامل من حيث الاستجابة المناخية.

أولاً: الإطار النظري والمفاهيم:

المناخ الصحراوي وخصائصه: يُعدّ أحد أنواع المناخ القاسي الذي يتميز بندرة الأمطار، وارتفاع درجات الحرارة نهارًا، وانخفاضها ليلاً، إضافة إلى تكرار العواصف الرملية التي تؤثر بشكل مباشر على البيئة المحيطة. وتقع مدينة سبها في قلب الصحراء الكبرى، مما يجعلها أنموذجًا واضحًا لهذه الظروف المناخية القاسية. وتتمثّل خصائص هذا المناخ في تقلبات حرارية حادة تتراوح بين درجات حرارة مرتفعة في النهار ومنخفضة في الليل، إلى جانب انخفاض شديد في نسب الرطوبة. وتؤدي ندرة الأمطار إلى محدودية الموارد المائية، وهو ما يشكّل ضغطًا على مختلف الأنشطة الحضرية والزراعية. كما تسهم العواصف الرملية في تدهور جودة الهواء والتأثير على صحة السكان والبنية التحتية. وتشير الدراسات المناخية إلى أنّ هذه الظروف تفرض على المخططين الحضريين ضرورة تطوير استراتيجيات للتكيف الحضري مع هذه التحديات (شرف، 1998، ص290).

التخطيط العمراني في البيئات الصحراوية: يُعرَّف التخطيط العمراني بأنّه عملية تنظيم استخدامات الأراضي والبنية التحتية بهدف تحقيق بيئة معيشية مستدامة وصحية. وفي المناطق الصحراوية تزداد صعوبة هذه العملية نتيجة الظروف المناخية القاسية التي تفرض قيودًا على التصميم والبناء. وتشمل المبادئ العمرانية الملائمة لهذه البيئات استخدام مواد بناء مقاومة للحرارة، وتصميم مبانٍ تقلل من استهلاك الطاقة وتوفر تهوية طبيعية، بالإضافة إلى تنظيم المساحات المفتوحة وتوفير الظل. كما يُعدّ التخطيط الفعّال لإدارة المياه عنصرًا أساسيًا نظرًا لندرتها، وذلك بتقنيات مثل تجميع مياه الأمطار وإعادة استخدام المياه المعالجة (يركاني، 2016، ص159).

https://doi.org/10.5281/zenodo.21983869

وتواجه المدن الصحراوية تحديات إضافية أبرزها التوسّع العمراني السريع وغير المنظّم، مما يؤدي إلى نشوء أحياء غير مستدامة تُعرّض السكان لمخاطر صحية وبيئية. ومن ثمّ فإنّ التخطيط العمراني في هذه البيئات يتطلب تبنّي استراتيجيات مرنة ومتكاملة تراعي جميع العوامل المناخية والبيئية.

التكيف والاستدامة في التخطيط العمراني: تأتي الاستدامة في التخطيط العمراني ضرورة ملحة لمواجهة تأثيرات التغير المناخي، خصوصًا في المناطق الصحراوية التي تتسم بظروف مناخية صعبة. ويشير مفهوم الاستدامة إلى تصميم وتنفيذ مخططات عمرانية توازن بين المتطلبات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، بحيث تُحسن جودة الحياة للأجيال الحالية والقادمة. وتتضمن استراتيجيات التكيف استخدام تقنيات بناء ذكية مثل العزل الحراري، وتوظيف الطاقة المتجددة، وإدارة فعّالة للموارد الطبيعية كالمياه والطاقة. كما تلعب السياسات الحكومية واللوائح التنظيمية دورًا جوهريًا في دعم هذه الاستراتيجيات بفرض معايير البناء وتخطيط المدن بما يتناسب مع الظروف المناخية، وتعزيز الوعي المجتمعي والشراكة بين الجهات المعنية من عوامل النجاح في تطبيق ممارسات استدامة فعّالة (الشرفات، 2023، ص124–144) الأمر الذي يسهم في إنشاء مدن صحراوية مرنة قادرة على التكيف مع تحديات المستقبل.

النظريات والمفاهيم المتعلقة بالتخطيط المناخي (مع أمثلة تطبيقية): يرتكز التخطيط المناخي على مجموعة من المفاهيم والنظريات التي تهدف إلى مواءمة التنمية العمرانية مع الظروف البيئية السائدة بدمج المعطيات المناخية في عمليات تصميم المدن والبنية التحتية. وفي البيئات الصحراوية مثل مدينة سبها التي تعاني من درجات حرارة مرتفعة، وشح في الموارد المائية، وتكرار العواصف الرملية، تزداد الحاجة إلى تبني هذا النوع من التخطيط الذي يسهم في تحسين جودة الحياة وتقليل الأثر البيئي (بو ذهب، 2023، ص276–295).

ومن أبرز هذه النظريات **نظرية التصميم المناخي** التي تدعو إلى توجيه المباني واستخدام المواد المناسبة بما يحقق الراحة الحرارية للسكان، دون اعتماد مفرط على الطاقة. كما تظهر نظرية الاستجابة المناخية أهمية تكييف توزيع المباني والأنشطة الحضرية بما يتلاءم مع حركة الرياح، واتجاه الشمس، والظروف الجوية (الأسود، 2023، ص486–502). أمّا مفهوم المدينة المستجيبة للمناخ فيُركّز على تصميم مدن تأخذ في اعتبارها التغيرات المناخية بحلول تعتمد على الطاقة المتجددة، والتهوية الطبيعية، واستخدام المساحات الخضراء لتخفيف حدة الحرارة.

وطُبقت مفاهيم التصميم المناخي بنجاح في عدد من المدن العربية الصحراوية (حسن، 2021، ص25)، من أبرزها **مدينة مصدر** في دولة الإمارات العربية المتحدة، والتي صُمّمت لتكون مدينة مستدامة بالكامل. إذ استندت في تخطيطها إلى مبادئ العمارة المناخية بتقليل التعرّض المباشر لأشعة الشمس، وتوفير نظام تهوية طبيعية فعّال، إلى جانب الاستخدام الواسع للطاقة الشمسية وتقنيات إعادة تدوير المياه. وساهم ذلك في جعلها أنموذجًا معاصرًا للتخطيط العمراني المستجيب للبيئة الصحراوية (الزاوي & الأهدب، 2019، ص208–226).

كما تُعدّ مدينة فاس القديمة في المغرب مثالًا تقليديًا بارزًا على التكيف المعماري مع المناخ المحلي، (القمادي، 2021، ص177–192) حيث ساهمت عناصر التصميم مثل الأزقة الضيقة، والمباني المتلاصقة، واستخدام المواد المحلية كالطين والجير في تقليل امتصاص الحرارة، وتوفير بيئة معيشية ملائمة في المناخ الحار.

وتُعدّ مدينة توزر الواقعة في الجنوب التونسي أنموذجًا بارزًا للتكيف المعماري مع المناخ الصحراوي، حيث تعتمد على التصميم المتراص للمباني واستخدام المواد التقليدية التي توفر عزلًا فعّالًا للحرارة، إلى جانب تعزيز التهوية الداخلية. ساهمت هذه الخصائص في التخفيف من حدة الظروف المناخية القاسية وتأمين بيئة معيشية مناسبة للسكان.

وتُبيّن هذه النماذج أنّ المواءمة بين المناخ والتخطيط ليست ترفًا بل ضرورة لضمان بيئة حضرية صحية ومستدامة. كما تؤكد على أهمية دمج العلوم الجغرافية والمناخية في عمليات التخطيط، خاصة في مناطق مثل سبها التي تعاني من اختلالات واضحة في التكيّف مع واقعها المناخي.

ثانياً: التحليل المناخي لمدينة سبها (البيانات المناخية):

تقع مدينة سبها في قلب الصحراء الكبرى جنوب ليبيا، ويُصنّف مناخها ضمن المناخ الصحراوي الجافة التي تتسم بارتفاع درجات الحرارة، وانخفاض معدلات الهطول المطري، واتساع الفوارق الحرارية بين الليل والنهار.

ولفهم مدى تأثير هذا المناخ على التخطيط العمراني في المدينة تبرز أهمية تحليل المؤشرات المناخية الأساسية، مثل: درجات الحرارة، ونسب الرطوبة، ومعدلات الأمطار، وحركة الرياح، وتكرار العواصف الرملية؛ إذ تشكّل هذه العوامل أساسًا لتحديد متطلبات التصميم الحضري والبيئي المناسب لخصوصية الموقع (الشرفات، 2023، ص–144).

https://doi.org/10.5281/zenodo.21983869

درجات الحرارة: تُعدّ من العناصر المناخية الأساسية المرتبطة بشكل مباشر بالإشعاع الشمسي الساقط على سطح الأرض، حيث تؤثر على مختلف العناصر المناخية الأخرى. كما يُعدّ الموقع الفلكي (خط العرض) من العوامل الرئيسة التي تحدد توزيع درجات الحرارة، نظرًا لعلاقته بزوايا سقوط أشعة الشمس ومدد سطوعها خلال الفصول المختلفة من السنة. (السامرائي، 2008، ص29). وتتأثر درجات الحرارة أيضًا بحركة **الكتل الهوائية** التي تمر بالمدينة، والتي تُعدّ المصدر الأساس للرياح التي تهب على المدينة خلال أوقات متعددة من العام، مما يسهم في تباين درجات الحرارة بين الفصول.

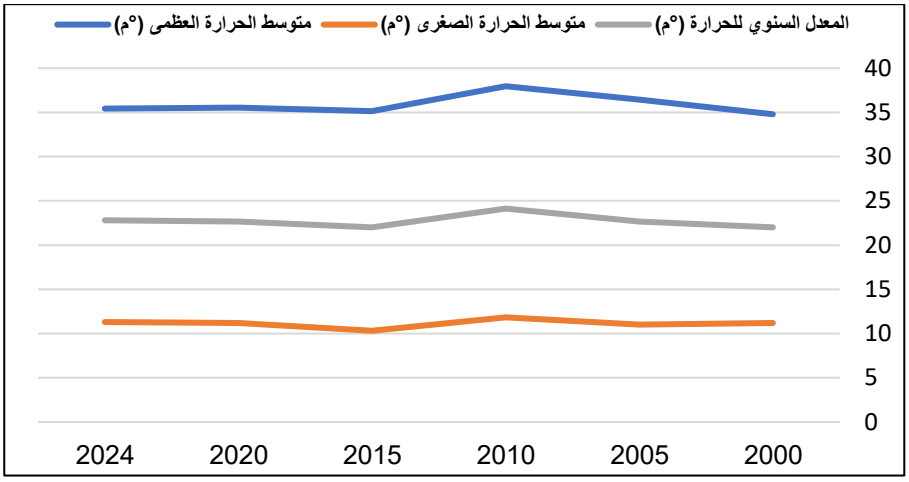
الجدول (1) بيانات درجات الحرارة السنوية في سبها للفترة 2000–2024

السنة	المعدل السنوي للحرارة (م°)	متوسط الحرارة الصغرى (م°)	متوسط الحرارة العظمى (م°)
2000	22.01	11.21	34.793
2005	22.68	11.033	36.463
2010	24.13	11.836	37.961
2015	22.01	10.318	35.15
2020	22.67	11.208	35.548
2024	22.8	11.299	35.442

المصدر: الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا) مركز لانغلي للأبحاث (Larc) تنبؤات مشروع الطاقة العالمية (POWER) الممول من برنامج علوم الأرض / العلوم التطبيقية التابع لناسا إصدار 2.4.9
رابط الموقع: https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer

وتشهد مدينة **سبها** ارتفاعًا ملحوظًا في درجات الحرارة طوال العام، إذ تتجاوز في فصل الصيف حاجز 40 درجة مئوية في بعض الأيام، بينما تكون معتدلة نسبيًا في فصل الشتاء، حيث تتراوح بين 10 إلى 20 درجة مئوية. ويؤدي هذا الارتفاع الشديد في درجات الحرارة صيفًا إلى زيادة كبيرة في استهلاك الطاقة، خاصة في مجال التبريد، كما يُشكل تحديًا للراحة الحرارية داخل المباني، ويُلاحظ من الجدول أعلاه وجود ارتفاع تدريجي في درجات الحرارة، مما يشير إلى تغير مناخي واضح يؤثر على البيئة العمرانية وسلوكيات البناء.

شكل (1) متوسط درجات الحرارة السنوية.



المصدر: بيانات الجدول (1).

هطول الأمطار:

تنتمي أمطار مدينة سبها إلى النظام المطري الصحراوي، الذي يتميز بقلة كمية الأمطار وعدم انتظامها، سواء من حيث التوزيع الزمني أو المكاني؛ إذ تشهد المنطقة انقطاعات طويلة في هطول الأمطار تمتد لسنوات عدة، تليها فترات قصيرة تتسم بهطولات غزيرة، والتي تؤدي أحيانًا إلى حدوث سيول جارفة ذات تأثير بيئي واجتماعي ملحوظ (زكري، 2008، ص38-43). وتُعدّ مدينة سبها من المناطق ذات ندرة الأمطار الواضحة، حيث يتراوح متوسط الهطول السنوي بين 10 و30 ملم فقط، يغلب عليه الهطول الشتوي الخفيف والمتفرق. ويُشكّل هذا النقص الحاد في الموارد المائية تحديًا رئيسيًا أمام التنمية المستدامة، الأمر الذي يستدعي تبني استراتيجيات تخطيط عمراني فعّالة تُركز على إدارة الموارد المائية بطرق ترشيدية، وضمان توفير كميات كافية تلبي احتياجات السكان والأنشطة الزراعية والخدمية، بما يعزز من استدامة البيئة الحضرية والريفية على حد سواء.

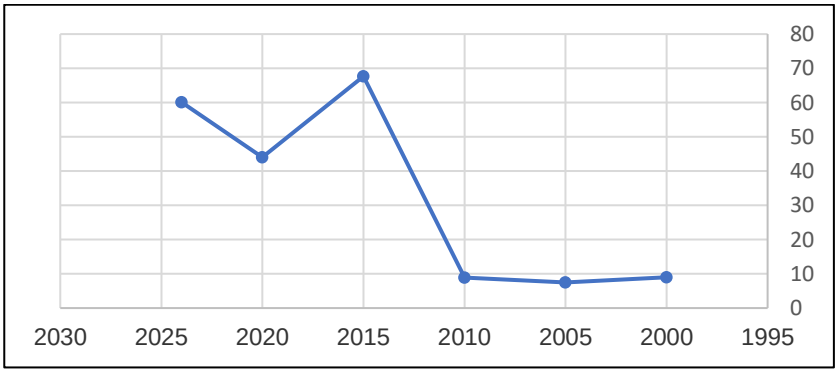
https://doi.org/10.5281/zenodo.21983869

الجدول (2): بيانات هطول الأمطار السنوية في سبها للفترة 2000–2024م

السنة	معدل كمية المطر (ملم)
2000	8.97
2005	7.48
2010	8.93
2015	67.67
2020	44.02
2024	60.12

المصدر: الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا) مركز لانغلي للأبحاث (Larc) تنبؤات مشروع الطاقة العالمية (POWER) الممول من برنامج علوم الأرض / العلوم التطبيقية التابع لناسا إصدار 2.4.9
رابط الموقع: https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer

شكل (2) معدل كمية المطر (ملم)



المصدر: بيانات الجدول (2)

نسب الرطوبة:

هي المقياس الشائع لتحديد كمية بخار الماء الموجودة في الهواء، حيث تعبّر عن نسبة بخار الماء إلى الحد الأقصى الذي يمكن أنْ يحتفظ به الهواء عند درجة حرارة معينة. ويُصنف الهواء عادةً إلى جاف إذا كانت الرطوبة أقل من 50%، ومعتدل إذا تراوحت بين 60% و70%، ومرتفع إذا تجاوز 70% (فايد، 1990، ص71).

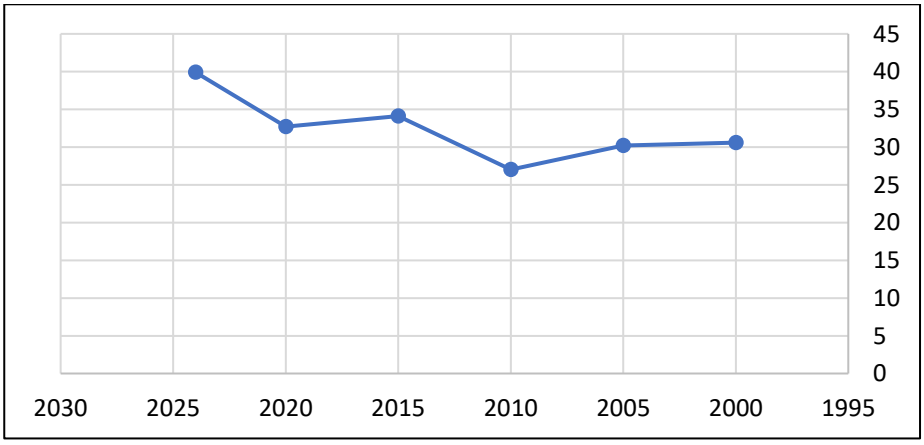
الجدول (3) بيانات معدل متوسط الرطوبة النسبية السنوية في سبها (2000–2024)

السنة	معدل متوسط الرطوبة النسبية(%)
2000	30.57
2005	30.23
2010	27.02
2015	34.09
2020	32.69
2024	39.9

المصدر: الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا) مركز لانغلي للأبحاث (Larc) تنبؤات مشروع الطاقة العالمية (POWER) الممول من برنامج علوم الأرض / العلوم التطبيقية التابع لناسا إصدار 2.4.9
رابط الموقع: https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer

وتتأثر نسب الرطوبة في منطقة الدراسة بعوامل متعددة، أهمها موقعها الجغرافي بالنسبة للمسطحات المائية. فمدينة سبها تبعد حوالي 602 كيلومترًا عن أقرب بحر، وهو البحر الأبيض المتوسط، مما يؤدي إلى انخفاض ملحوظ في نسبة الرطوبة. وهذا الانخفاض يجعل التأثيرات القارية الصحراوية الحارة والجافة هي السائدة في مناخ المدينة. ونتيجة لذلك تكون نسب الرطوبة منخفضة على مدار العام، ما يزيد من الشعور بالحرارة خلال الصيف، كما يؤثر ذلك على صحة السكان وجودة المواد المستخدمة في البناء، ويشكّل تحديًا لتصميم المباني بما يتناسب مع هذه الظروف المناخية.

شكل (3) معدل متوسط الرطوبة النسبية (%).



المصدر: بيانات الجدول (3)

https://doi.org/10.5281/zenodo.21983869

حركة الرياح والعواصف الرملية:

تُعرّف العواصف الترابية بأنّها ظواهر مناخية عنيفة تنجم عن ارتفاع سرعة الرياح إلى حد يؤدي إلى إثارة الغبار والرمال، ويعتمد مدى تأثيرها على طبيعة السطح ودرجة تماسك التربة. وتكثر هذه العواصف في الفصول الانتقالية، خاصة فصلي الربيع والخريف، إلّا أنّها تحدث أيضًا في الشتاء والصيف، لا سيما عندما تتجاوز سرعة الرياح 7 م/ث (صالح، 2012، ص95).

الجدول (4) بيانات سرعة الرياح السنوية في سبها (2000–2024) عند ارتفاع 2 متر.

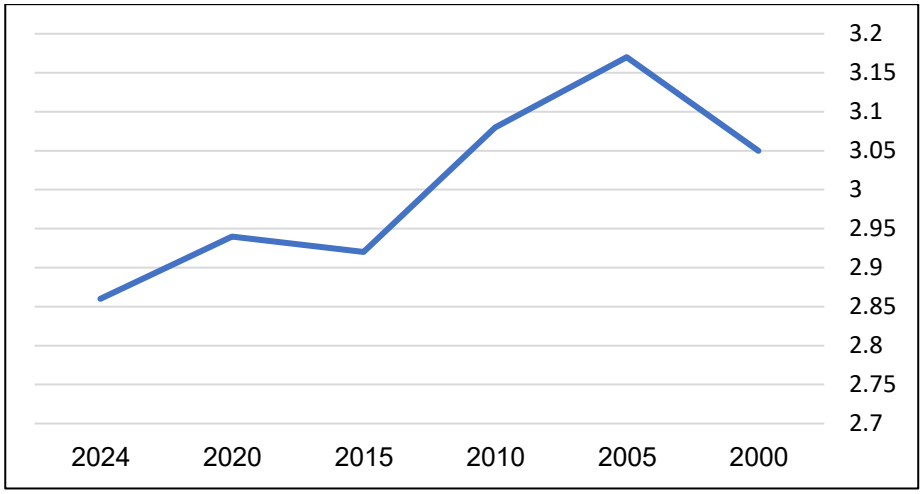
السنة	سرعة الرياح (م/ث)
2000	3.05
2005	3.17
2010	3.08
2015	2.92
2020	2.94
2024	2.86

المصدر: الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا) مركز لانغلي للأبحاث (Larc) تنبؤات مشروع الطاقة العالمية (POWER) الممول من برنامج علوم الأرض / العلوم التطبيقية التابع لناسا إصدار 2.4.9
رابط الموقع: https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer

وتتأثر مدينة سبها بشكل متكرر برياح شرقية وجنوبية شرقية نشطة، تحمل معها كميات كبيرة من الرمال والأتربة، مما يؤدي إلى حدوث عواصف ترابية متكررة، خصوصًا في فصلَي الربيع والصيف. وتسهم هذه العواصف في تدهور جودة الهواء، وتؤدي إلى تراكم الرمال على المباني والمرافق العامة، الأمر الذي يتسبب في ارتفاع تكاليف الصيانة، ويؤثر سلبًا على كفاءة البنية التحتية وسلامة حركة النقل والمواصلات.

وتشير البيانات المناخية لمدينة إلى أنّ متوسط سرعة الرياح عند ارتفاع 2 متر في الفترة من عام 2000 إلى عام 2024 تراوح بين 2.86م/ث و3.17 م/ث، حيث سجلت أعلى قيمة في عام 2005 (3.17 م/ث)، بينما كانت أدنى قيمة في عام 2024 (2.86 م/ث). ورغم أنّ هذه السرعات تمثّل متوسطات سنوية منخفضة نسبيًا، فإنّها لا تعكس بالضرورة فترات الذروة التي تُسجَّل فيها العواصف الرملية.

شكل (4) سرعة الرياح (م/ث).



المصدر: بيانات الجدول (3)

تأثير التغيرات المناخية:

تشير بعض الدراسات الحديثة إلى وجود اتجاه لزيادة حدة ارتفاع درجات الحرارة وتكرار فترات الجفاف، مما يزيد من تعقيد التحديات البيئية أمام التخطيط العمراني في مدينة سبها، ويستلزم تبني خطط استباقية تأخذ في الحسبان هذه التغيرات (الشمري، 2022، ص95–101). كما تشير البيانات المناخية إلى أنّ مدينة سبها تواجه ظروفًا مناخية قاسية تتميز بارتفاع الحرارة، وقلة المياه، والعواصف الرملية المتكررة. لذلك، يتطلب التخطيط العمراني في المدينة استراتيجيات تصميم تدمج هذه العوامل المناخية لضمان بيئة عمرانية مستدامة وصحية تتكيف مع هذه الظروف.

ثالثاً: تحليل الوضع العمراني الحالي في سبها:

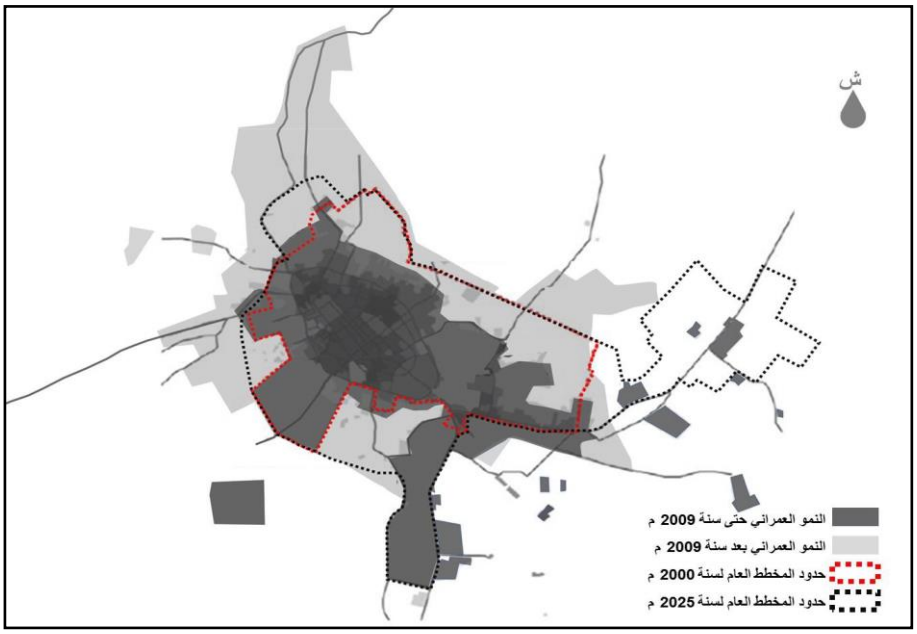
تشهد مدينة سبها كواحدة من أكبر مدن الجنوب الليبي تطورًا عمرانيًا متسارعًا يتزامن مع النمو السكاني والاقتصادي في المنطقة. ورغم أهمية هذا النمو يواجه الوضع العمراني في المدينة عدة تحديات مرتبطة بشكل مباشر بالمناخ الصحراوي القاسي والظروف البيئية المحيطة.

التوسّع العمراني والتنظيم المكاني: شهدت سبها توسّعًا كبيرًا في المناطق السكنية والتجارية في العقود الماضية، حيث انتقلت المدينة من نمط التخطيط التقليدي إلى مخططات حديثة تعتمد على

التوسّع الأفقي. ورغم وجود مخططات معتمدة من جهات استشارية مثل "فنماب"، إلّا أنّ التطبيق العملي لهذه الخطط يعاني من قصور في التكيف مع الظروف المناخية المحلية، مما أدى إلى إنشاء أحياء جديدة تفتقر إلى التهوية الطبيعية وتقنيات التخفيف من الحرارة (الحضيري، 2023، ص51–59).

وتوضح الخريطة أنماط التوسّع العمراني في مدينة سبها عبر ثلاث مراحل زمنية رئيسية: حتى عام 2009، وبعد عام 2009، والمخططات المستقبلية حتى عام 2024. يتم ذلك بالمقارنة مع حدود المخطط العام لعامي 2000 و2024.

الخريطة (2) التوسّع العمراني في مدينة سبها 2009–2024م.



المصدر: أحمد محمد الحضيري، ومحمد الولي عبد القادر الشريف .(2023) أثر البناء المخالف والتوسع العشوائي على البيئة الحضرية لمدينة سبها .مجلة جامعة سبها للعلوم البحتة والتطبيقية.

يظهر أنّ النمو العمراني حتى عام 2009 (المميز باللون الرمادي الداكن) كان مركزًا بشكل رئيسي في وسط المدينة والمناطق المحيطة بالبنية التحتية الأساسية. أمّا النمو الذي حدث بعد عام 2009 (المميز باللون الرمادي الفاتح) فاتجه نحو الجنوب الشرقي والشرق، متأثرًا بعوامل مثل وفرة الأراضي المنبسطة وبُعد بعض المناطق عن الكثبان الرملية.

وتُقارن الخريطة بين حدود المخطط العام لعام 2000 (الخط الأسود المنقط) وحدود المخطط العام لعام 2024 (الخط الأحمر المنقط)، مما يكشف عن توسع ملحوظ في الرقعة العمرانية، خاصة في الاتجاه الشرقي. ويُلاحظ أنّ الامتداد نحو الشمال الشرقي والجنوب الشرقي يتجنب بعض المعوقات البيئية كالكثبان الرملية، مما يبرز تأثير العوامل المناخية على توجيه التوسّع. ويعكس النمط التوسّعي المعروض مدى تأثير المناخ الصحراوي على توجيه التنمية العمرانية، حيث يميل التخطيط إلى تجنب المناطق المتأثرة بالعواصف الرملية أو النقص في الموارد المائية.

البنية التحتية والخدمات: تعاني المدينة من ضعف في بعض جوانب البنية التحتية، خاصة في شبكات المياه والصرف الصحي، التي تتأثر بشدة بندرة المياه وارتفاع درجات الحرارة. كما تعاني الطرق وبعض المنشآت العامة من أضرار متكررة نتيجة العواصف الرملية، مما يرفع من تكاليف الصيانة ويؤثر على جودة الخدمات المقدمة للسكان.

نوعية المساكن والمواد المستخدمة: تعتمد العديد من المساكن في سبها على مواد بناء تقليدية لا توفر العزل الحراري الكافي، مما يؤدي إلى ارتفاع استهلاك الطاقة للتبريد داخل المنازل. كما يُلاحظ غياب التقنيات الحديثة في البناء المستدام، والتي تساعد في تحسين الراحة الحرارية وتقليل التأثيرات البيئية السلبية (الزين، وقاسم، 2016، ص39–47).

التوزيع السكاني والكثافة: تتميز مدينة سبها بتفاوت واضح في توزيع السكان، حيث تتركز الكثافة السكانية العالية في الأحياء القديمة، بينما تميل الأحياء الجديدة إلى كثافة أقل، وهذا التوزيع يفرض تحديات في توفير الخدمات العامة مثل المدارس والمراكز الصحية ووسائل النقل، ويزيد من صعوبة التخطيط المتكامل (شخنوب، 2024، ص260–282).

تأثير المناخ على النسيج العمراني: تفرض الظروف المناخية القاسية في مدينة سبها تحديات واضحة على تصميم المباني والشوارع، حيث غالبًا ما يتم إهمال الاعتبارات المتعلقة بالتهوية الطبيعية وحماية المباني من أشعة الشمس المباشرة. وتزيد العواصف الرملية من حدة هذه التحديات من تراكم الأتربة على المباني (الأسود، 2023، ص486–502)، الأمر الذي يسرّع من تدهور البنية التحتية. ويعكس المشهد العمراني الراهن في المدينة تداخلًا معقدًا بين النمو السكاني المتسارع والمناخ الصحراوي القاسي، مما يكشف عن ثغرات في مدى تكامل التخطيط العمراني مع متطلبات التكيف المناخي. ويبرز الحاجة إلى تبني استراتيجيات للتصميم العمراني المستدام تراعي الخصوصيات

https://doi.org/10.5281/zenodo.21983869

المناخية، بما يضمن تحسين جودة الحياة للسكان ويعزز قدرة المدينة على مواجهة التحديات المستقبلية.

تقييم تأثير العوامل المناخية على البنية التحتية وجودة الحياة في مدينة سبها: تشكّل العوامل المناخية الصحراوية في مدينة سبها تحديًا جوهريًا للبنية التحتية وجودة الحياة، إذ تؤثر بشكل مباشر على قدرة المدينة على تقديم خدمات مستدامة لسكانها. تتجلى هذه التأثيرات في عدة جوانب أساسية تتطلب تقييمًا دقيقًا لفهم عمق المشكلة وإمكانيات معالجتها.

أولًا: تؤدي درجات الحرارة المرتفعة المستمرة إلى زيادة استهلاك الطاقة، خصوصًا في قطاعات التبريد، مما يضغط على شبكات الكهرباء ويعرضها لمخاطر الانقطاعات المتكررة. ويُظهر هذا الاستهلاك المفرط ضعف الاستجابة المناخية في تصميم المباني والبنية التحتية، ويؤكد الحاجة إلى اعتماد معايير بناء مستدامة تقلل من الاعتماد على الطاقة (أحمد، 2024، ص2-12).

ثانيًا: ندرة المياه الناتجة عن انخفاض معدلات هطول الأمطار تضع نظام توزيع المياه تحت ضغط كبير، مما يزيد من صعوبة توفير المياه للاستخدامات المنزلية والزراعية. ويؤثر هذا النقص سلبًا على استدامة الخدمات العامة، كما يبرز أهمية تطبيق حلول مبتكرة لترشيد الاستهلاك وتحسين إدارة الموارد المائية (سلامة، 2023).

ثالثًا: العواصف الرملية المتكررة لا تقتصر آثارها على تدهور جودة الهواء فقط، بل تؤدي إلى تراكم الغبار على المنشآت والبنية التحتية، مما يسرّع من تآكلها ويزيد من تكاليف الصيانة والإصلاح. (حراشة، 2024، ص423-440) وتلقي هذه الظروف البيئية الصعبة بظلالها على استمرارية الخدمات، ويؤثر المناخ الصحراوي القاسي على جودة الحياة بالتأثيرات الصحية والنفسية التي تتعرّض لها فئات السكان الأكثر ضعفًا، إضافة إلى زيادة الاعتماد على وسائل التبريد الكهربائية التي ترفع من تكاليف المعيشة. وهذا الواقع يدعو إلى ضرورة دمج التكيف المناخي في التخطيط العمراني لتعزيز رفاهية السكان وتقليل الأعباء الاقتصادية.

ويتضح أنّ التأثيرات المناخية تتداخل مع تحديات البنية التحتية وجودة الحياة، مما يتطلب تطوير استراتيجيات شاملة تراعي الخصوصيات المناخية لمدينة سبها، وتعزز من قدرة المدينة على التكيف مع هذه الظروف بما يضمن استدامة التطور الحضري وتحسين حياة سكانها.

النتائج:

سعى هذا البحث إلى اختبار أربع فرضيات رئيسة تتعلق بتأثير المناخ الصحراوي على التخطيط العمراني في مدينة سبها. ومن تحليل البيانات المناخية، ودراسة أنماط النمو العمراني، إلى جانب مراجعة السياسات التخطيطية الحالية، تبيّن الآتي:

1. إنّ التخطيط العمراني لا يراعي الخصائص المناخية الصحراوية بشكل كافٍ: أكّدت نتائج الدراسة صحة هذه الفرضية؛ فأظهرت المعطيات أنّ النماذج العمرانية السائدة في مدينة سبها لا تأخذ في اعتبارها المتغيرات المناخية الحادة كارتفاع درجات الحرارة والعواصف الرملية، مما أدى إلى نشوء بيئة غير ملائمة للعيش من حيث التهوية، التظليل، والعزل الحراري.

2. إنّ غياب الاعتبارات المناخية يُفاقم المشكلات البيئية مثل استهلاك الطاقة وشح المياه: أُثبتت هذه الفرضية ممّا رصدته الدراسة من اعتماد مفرط على الطاقة الكهربائية لأغراض التبريد، نتيجة لارتفاع درجات الحرارة، إلى جانب ضعف في كفاءة استخدام الموارد المائية، لا سيما في المناطق التي تفتقر إلى شبكات توزيع فعّالة، وساهم هذا القصور التخطيطي في تفاقم الأعباء البيئية والاقتصادية

3. إنّ اعتماد التخطيط المناخي المستدام يُحسّن من مرونة المدينة وجودة الحياة: لم يتم تبني هذا النوع من التخطيط بشكل فعلي في مدينة سبها حتى الآن، غير أنّ الدراسة بمقارنة الممارسات الدولية الناجحة أظهرت أنّ إدماج المعايير المناخية في السياسات العمرانية يمكن أنْ يساهم بفاعلية في تعزيز قدرة المدينة على التكيّف مع البيئة الصحراوية، مما يؤكد صحة الفرضية ويدعو لتبني نهج مستدام.

4. إنّ نقص البيانات المناخية الدقيقة يُعيق إعداد خطط عمرانية فعّالة: توصّلت الدراسة إلى أنّ معظم المخططات العمرانية في المدينة أُعدّت بناءً على بيانات مناخية جزئية أو قديمة، ما أدى إلى ضعف في الاستجابة لمتغيرات المناخ المحلي، وأثر سلبًا على كفاءة التخطيط الحضري. وهذا ما يدعم صحة الفرضية، ويبرز الحاجة إلى إنشاء قاعدة بيانات مناخية حديثة ومفتوحة المصدر.

التوصيات:

1. يجب أنْ تكون الاعتبارات المناخية جزءًا أساسيًا من أي مخطط عمراني مستقبلي لمدينة سبها بتحليل البيئة الصحراوية وتأثيرها على التصميم الحضري، وتكييف البنية التحتية.

2. ضرورة اعتماد تقنيات البناء الموفّرة للطاقة مثل استخدام مواد عازلة حراريًا، وتصاميم تقلل من التعرض المباشر للشمس، وتوظف التهوية الطبيعية لتقليل الاعتماد على التكييف.

https://doi.org/10.5281/zenodo.21983869

3. وضع استراتيجيات فعّالة لترشيد استهلاك المياه، وإنشاء بنية تحتية ذكية لجمع مياه الأمطار، ومعالجة المياه الرمادية، بالإضافة إلى رفع كفاءة شبكات المياه وتقليل الفاقد.

4. تطوير حلول عمرانية تقلل من آثار العواصف الرملية، مثل زراعة الأحزمة الخضراء، وإنشاء حواجز رملية، واستخدام مواد بناء مناسبة ومقاومة لتآكل الرياح والغبار.

5. دعم المؤسسات المحلية في جمع وتحليل بيانات مناخية شاملة لمدينة سبها؛ لتكون مرجعًا أساسيًا في التخطيط العمراني وإدارة الموارد.

6. إطلاق برامج توعية بيئية للسكان حول أهمية التكيف مع المناخ، وطرق ترشيد المياه والطاقة، وأهمية المشاركة في جهود التخطيط والتنمية الحضرية المستدامة.

7. دعم الدراسات المتخصصة في العلاقة بين المناخ والتخطيط، وتفعيل دور الجغرافيين والمهندسين والمعماريين في تطوير رؤية مشتركة للتنمية الحضرية المتكيفة مع المناخ.

8. إعادة تقييم المخططات العمرانية المعتمدة سابقًا في ضوء التغيرات المناخية والتوسّع السكاني، مع ضرورة إشراك الخبرات المحلية والدولية في إعداد تصور جديد أكثر مرونة وفعالية.

قائمة المراجع:

- أحمد، ن. م. (2024). أثر درجة الحرارة على استهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الخارجة بالوادي الجديد في مصر .مجلة كلية الآداب بالوادي.

- الأحيدب، إ. ب. س. (2003). المناخ والحياة: دراسة في المناخ التطبيقي. الرياض: مكتبة الملك فهد الوطنية للنشر.

- الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا) مركز لانغلي للأبحاث (Larc) تنبؤات مشروع الطاقة العالمية (POWER) الممول من برنامج علوم الأرض / العلوم التطبيقية التابع لناسا إصدار 2.4.9 رابط الموقع:
https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer.

- الأسود، ط. م. (2023). تأثير التغيرات المناخية على البيئة الخارجية للمباني والتصميم المعماري في ليبيا .مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية، (4).

- بو ذهب، س. م. أ. (2023). معايير تخطيط التجمعات الصحراوية والتنمية المستدامة. في مجلة شروس – المؤتمر العلمي الدولي حول تراث غدامس.

- حراشة، ص. م. (2024). التخطيط الحضري والتنمية الحضرية: التحديات والآفاق في ظل التغير المناخي .مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية.

– حسن، خ. س .(2021) . التغيرات المناخية والأهداف العالمية للتنمية المستدامة (المجلد 1). القاهرة: دار الكتب والوثائق القومية.

– الحضيري، أ. م.، & الشريف، م. ت. (2023). أثر البناء المخالف والتوسع العشوائي على البيئة الحضرية لمدينة سبها .مجلة جامعة سبها للعلوم البحثية والتطبيقية.

– حمدان، ج . (1979) . جغرافية المدن .القاهرة: عالم الكتب.

– الزاوي، ن. خ.، & الأهدب، ف. ن. (2019). المدن الذكية المستدامة. في المؤتمر الهندسي الثاني لنقابة المهن الهندسية.

– زكري، ي. م. (2008). قياس الراحة الفسيولوجية للإنسان في مدينة سبها .مجلة جامعة سبها للعلوم الإنسانية.

– الزين، م. إ. إ.، & قاسم، ع. س. (2016). تأثير بعض أنواع مواد البناء على الأحمال الحرارية لمبنى سكني في منطقة سبها .مجلة جامعة سبها للعلوم البحثية والتطبيقية، (1).

– السامرائي، ق. ع .(2008) .المناخ والأقاليم المناخية .عمّان: دار الناروزي العلمية للنشر والتوزيع.

– سلامة، إ. م. (2023). إستراتيجية إدارة الموارد المائية في ليبيا بين التحديات والتنمية المستدامة. في المؤتمر العربي الخامس للمياه .الرياض: المجلس العربي للمياه.

– شخنوب، و. م. (2024). نمذجة الكثافة السكانية في مدينة سبها باستخدام الخرائط الديزمترية . مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية، (2).

– شرف، ع. ط .(1998) .الجغرافيا المناخية والنباتية: مع التطبيق على مناخ إفريقيا والعالم العربي .القاهرة: دار المعرفة الجامعية.

– الشرفات، أ. خ. (2023). تقييم تأثير التغيرات المناخية على تصميم وتخطيط المدن الحضرية .مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية، 124-144.

– الشمري، ح. ر. خ.، & كريم، ك .(2022) .المناخ والعمارة والبيئة الحضرية: مدينة الحلة نموذجاً .بغداد: دار الصادق الثقافية.

– صالح، هـ. م .(2012) .الجغرافيا المناخية .عمّان: مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع.

– فايد، ي. ع .(1990) .جغرافية المناخ والنبات .القاهرة: دار النهضة العربية.

– القمادي، م. (2021). جماليات العناصر المكونة لبيوت مدينة فاس البالي بالمغرب الأقصى: دراسة وصفية تحليلية .مجلة التراث والتصميم، 8.

– الوكيل، ش. ع .(2006) .التخطيط العمراني: مبادئ – أسس – تطبيقات .القاهرة: عالم الكتب للنشر.

– يركاني، ف. ب. غ.، &فاطمة الزهراء .(2016) .مدخل إلى التخطيط الإقليمي والحضري .عمّان: الدار المنهجية للنشر والتوزيع.