# تصميم الزيرسكيب كحل لمشاكل المنطقة
# Xeriscape design to solve regional problems

**هدير رأفت عبد السلام**
باحث.
**أ.د/ عبد المنعم معوض**
أستاذ متفرغ بكلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، مصر.
**د/هبة الله عثمان عبدالرحيم ذهني**
أستاذ مساعد، بكلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، وجامعة بدر,مصر.

**ملخص البحث Abstract:**

يعد نسق الزيريسكيب من أنواع التصميم الحديثة للمواقع، وهو من الحلول العملية لأزمات المنطقة العصرية كأزمة المياه وأزمة الطاقة والاحتباس الحراري ، يعرف بأنه عملية تنسيق الموقع بطريقة تحافظ علي المياه وتقلل من استخدام الأسمدة والمبيدات وأعمال الصيانة مع الحفاظ علي تحقيق الاهداف الجمالية والوظيفة والبيئية المطلوب للاندسكيب المُصمم. **مشكلة البحث:** اصبحت مشكلة ندرة المياه و الاحتباس الحراري من مشاكل البيئة الرئيسية التى تؤثر علي حياة الانسان وباقي المخلوقات علي كوكب الارض ويجب ان تتكاتف كل المجالات العلمية والتطبيقية في حل هذه المشاكل, لذلك وجب علي مصمم اللاندسكيب استخدام طرق واساليب خضراء عند وضع تصميماته. **أهداف البحث:** التحقق من أن نسق الزيريسكيب يمكن ان تسهم في حل مشكلة تغير المناخ ونقص المياه والطاقة وأنه يمكن تحقيق التوازن بين جوانب التصميم الجمالية والوظيفية مع عدم الاضرار بالبيئة. **أهمية البحث:** يهتم البحث بابراز دور نسق الزيريسكيب في الحد من تفاقم مشاكل المناخ وندرة المياه واخذ تصميم اللاندسكيب كاداة لتحقيق الاستدامة والمحافظة علي كوكب الارض. **فروض البحث:** يستطيع نسق الزيريسكيب الاسهام في حل مشكلة تغير المناخ ونقص المياه والطاقة. وأيضا يمكن تحقيق التوازن بين جوانب التصميم الجمالية والوظيفية مع عدم الاضرار بالبيئة. **منهجية البحث:** المنهج الوصفي التحليلي. وقد توصلت الدراسة الى أن هناك ميزات هامة للزيروسكيب مثل توفير المياه. وخلق بيئة مناسبة للحياة البرية والنباتات المحلية وتحسين خواص التربة و التقليل من استخدام الكيماويات من أسمدة ومبيدات . وكذلك فإن من **مميزاته الاقتصادية:** توفير تكاليف الصيانة والطاقة .وتوفير تكلفة استهلاك المياه وتوفير الجهد والوقت المطلوب للصيانة. و**ميزاته الجمالية (aesthetic):** استخدام خامات متنوعة في تصميم اللاندسكيب مما يغني التصميم ويجعله جذاب وتحسين المظهر المرئي للموقع (visual quality). والإبقاء على الهوية البيئية باستخدام النباتات المحلية والمواد الطبيعية قدر الإمكان. كما حددت الدراسة **المبادئ السبعة الأساسية للزيريسكيب وهي: التصميم Design**: تصميم اللاندسكيب بعد التحليل الدقيق لكل ظروف الموقع. و**تجهيز التربة soil preparation**: تحسين التربة الفقيرة لتحسين خواص امتصاص المياه والتهوية بها. **اختيار النبات المناسبة appropriation plant-selection**: اختيار النباتات المتأقلمة طبيعيًا مع البيئة المحيطة للموقع. **مناطق النجيلة Turf areas**: الحد من استخدام النجيلة واستبدالها بالعشسب وواقيات التربة المناسبة للبيئة. **واقيات التربة Mulches**: استخدام واقيات التربة للحد من تبخر المياه والحفاظ على درجة حرارة متوازنة للتربة. **كفاءة نظم الري Efficient irrigation**: استخدام نظم ري واستشعار حديثة للحفاظ على أكبر قدر من المياه. **الصيانة Maintenance**: الاختيارات الصحيحة في مراحل التصميم تحد من الاحتياج للصيانة.

**كلمات دالة Keywords:**

الزيريسكيب
xeriscape
واقيات التربة
Mulches
النباتات المحلية
Local Plant

**Paper received 12th December 2020, Accepted 27th February 2021, Published 1st of March 2021**

## مقدمة Introduction:

ان المساحات الخضراء لا يمكن الاستغناء عنها داخل المدن، فجنبًا إلى وظيفتها الجمالية التي تريح النظر والنفس يأتي دورها الوظيفي باعتبارها رئة ومتنفس للمدن بالأخص المدن الكبيرة (Mega – cities) كالقاهرة، ولكن موارد المياه تنخفض تدريجيًا نظرًا للزيادة السكانية الكبيرة وتغير المناخ نتيجة الاحتباس الحراري وأيضًا الاستهلاك الكبير للموارد المائية دون وعي من المواطن والمستخدمين، وعلى الرغم من أن 70% من سطح الأرض مياه، إلا أن المياه العذبة محدودة جدًا وهي بنسبة 2,5% من مساحة المياه على سطح الأرض، ومعظم هذه المياه العذبة أيضًا ليس من السهل استخراجها لأنها إما مياه جوفية تحت الأرض أو مياه في هيئة ثلج في الجبال الثلجية وقطبي الأرض، فقط 1,2% من الكل متوفر في الأنهار والبحيرات العذبة والغلاف الجوي.

## مشكلة البحث Statement of the problem:

اصبحت مشكلة ندرة المياه و الاحتباس الحراري من مشاكل البيئة الرئيسية التى تؤثر علي حياة الانسان وباقي المخلوقات علي كوكب الارض ويجب ان تتكاتف كل المجالات العلمية والتطبيقية في حل هذه المشاكل, لذلك وجب علي مصمم اللاندسكيب استخدام طرق واساليب خضراء عند وضع تصميماته.

## أهمية البحث Significance:

يهتم البحث بابراز دور نسق الزيريسكيب في الحد من تفاقم مشاكل المناخ وندرة المياه واخذ تصميم اللاندسكيب كاداة لتحقيق الاستدامة والمحافظة علي كوكب الارض.

## أهداف البحث Objectives:

التحقق من أن نسق الزيريسكيب يمكن ان تسهم في حل مشكلة تغير المناخ ونقص المياه والطاقة وأنه يمكن تحقيق التوازن بين جوانب التصميم الجمالية والوظيفية مع عدم الاضرار بالبيئة.

## منهج البحث Methodology:

المنهج الوصفي التحليلي.

## الإطار النظري Theoretical Framework

### تحديات التجميل البيئي:

- ضمن أكبر التحديات للمصمم المعماري ومصمم اللاندسكيب اليوم أن يضع دومًا في عين الاعتبار تقليل استهلاك المياه والطاقة الغير متجددة وخلق مساحات مناسبة من اللاندسكيب واللون الأخضرفي تصميمه في المجتمعات الحضرية من خلال تطبيق مبادئ الاستدامة في التصميم.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

- من التحديات امام تصميم اللاندسكيب ان يتم اختيارأنواع النباتات المناسبة والا يكون هناك مساحات شاسعة من النجيلة الغير مستغلة والتي تتحول للللون الأصفر في فصل الصيف أو إلى مساحات كبيرة من التربة الرملية مما يجعلها من الأخطاء الشائعة للمصمم تجاه البيئة وتجاه تصميمه نفسه حيث ان عدم متابعة الصيانة لبضع أيام يفقد الموقع جمالياته واهدافه.
- يستطيع الزيرسكيب حل هذه المعضلة التصميمية فهو اتجاه كلي للتخطيط والتصميم يعظم اهمية اختيار النباتات، تقنيات الري الحديثة وتحسين التربة وتطبيقات أخرى لجعل التصميم أكثر استدامة، فهناك العديد من الاستراتيجيات والأدوات والنظم العلمية التي هدفها الأول هو التصميم المستدام النافع للبيئة واتجاه الزيريسكيب هو أحدها.
- تقول عنه الوكالة الأمريكية لحماية البيئة ( The U.S environment perfection agency) أنه: "يحد من استخدام المياه، يقلل استخدام الطاقة، يقلل من تكلفة التبريد والتدفئة للمباني المحيطة به لاختياره الأماكن المناسبة لوضع الأشجار التي تساعد على التبريد والتدفئة الطبيعية، يقلل من هدر مياه الري (irrigation runoff)، يقلل من تكاليف الصيانة، ويزيد من المساحات المناسبة لازدهار النباتات المحلية والحياة البرية".

**أصل الزيرسكيب وسبب ظهوره:**

بدأ ظهور مفهوم الزيرسكيب في تنسيق المواقع في مدينة دينفر بولاية كولورادو بالولايات المتحدة الأمريكية عام 1981 وكان السبب الأساسي في التفكير في هذا النسق هو التعرض لموجات جفاف شديدة في البلاد منذ عام 1977 حتى توصل فريق من العاملين بإدارة المياه بمدينة دينفر بولاية كولورادو شكل رقم (1)، إلى مفهوم الزيريسكيب في تنسيق المواقع والذي كان هدفه الأساسي هو الحفاظ على المياه المستخدمة في اللاندسكيب.

**شكل رقم (1) مدخل ادارة مياه دنفر**

تأتي كلمة زيريسكيب xeriscape من مقطعين الأول xero وهي كلمة يونانية تعني جافة وكلمة scape المأخوذة من كلمة landscape أي تنسيق الموقع.

وبدأ استخدام النباتات المقاومة للجفاف والتي تستهلك مياه قليلة بعد تثقيف ووعي أكبر عدد من مستخدمي ومصممي الحدائق بأن المياه مورد هام جدًا ويعتبر في بعض الأحيان نادر ولا يصلح إهداره وأن من حق الأجيال القادمة علينا أن نحافظ على المياه، وهنا نجد الارتباط الوثيق بين فكرة ومفهوم الاستدامة وفكرة ومفهوم الزيريسكيب فكلاهما يشير إلى وجوب المحافظة على الموارد الطبيعية (المياه) وحق الأجيال القادمة فيها.

وبذلك يعتبر الزيريسكيب أداة من أدوات تحقيق مفهوم الاستدامة لدى المصمم، وأثبتت الأبحاث أن تنسيق المواقع بأسلوب الزيريسكيب يستطيع أن يقلل استخدام المياه بنسبة 60% بالموقع.

تم تنفيذ أول حديقة زيريسكيب بإدارة مياه دينفر عام 1982، وفي عام 1996 تم الاحتفال بافتتاح 32 حديقة زيريسكيب بكولورادو، وبدأت الفكرة بالانتشار بجميع الولايات الأخرى مثل كاليفورنيا، ونيويورك، تكساس، فلوريدا، أريزونا، نيفادا. واتجهت دول أخرى لاستخدام هذا النسق مثل أسبانيا. تم تسجيل الزيريسكيب كعلامة تجارية لإدارة مياه دينفر بعد ذلك.

- بعد تداول فكرة الزيريسكيب انتشرت بعض المفاهيم الخاطئة حول الزيريسكيب مثل أنه تصميم للحدائق الصحراوية التي يقل بها النباتات وتكثر بها العناصر الصلبة كالصخور والأحجار وأنه تصميم محدود لا يمكن استخدام نباتات وزهور به و يستخدم بشكل أساسي فقط الصبارات والعصاريات وهذه مفاهيم خاطئة تمامًا كما سنرى في تعريف الزيريسكيب الصحيح.

**تعريف الزيريسكيب:**

- هو عملية تنسيق الموقع أو اللاندسكيب بطريقة تحافظ على المياه وتقلل استخدامها وتقلل أيضًا استخدام الأسمدة والمبيدات وأعمال الصيانة مع الحفاظ على تحقيق الأهداف الجمالية والوظيفية والبيئية المطلوبة للاندسكيب المصمم.
- ويستخدم هذا التنسيق بشكل أساسي بالمناطق التي تعاني من ندرة المياه أو ذات الطبيعة الصحراوية Arid ويتم تداوله كثيرًا مؤخرًا نتيجة لنظر العالم كله نحو مفهوم الاستدامة والحفاظ على موارد البيئة.
- يستخدم بتصميم الزيريسكيب أنواع عديدة من النباتات والزهور فهو ليس نسق محدود كما يشاع ولكن يفضل دائمًا أن يفكر المصمم أولاً في احتياج كل نبات سيضيفه للتصميم من المياه. ولذلك فاستخدام النباتات المحلية أمر متداول في تصميم الزيريسكيب لأنها تكون دائمًا الأكثر تأقلما مع جو المكان من شمس وتربة زراعية ونسبة توفر المياه، جنبًا إلى جنب مع العصاريات وأنواع أخرى من النباتات والأشجار شديدة التحمل والتي بدورها أيضًا توفر الناحية الجمالية والوظيفية للتصميم.

**شكل رقم (2) تصميم زيرسكيب**

**لماذا الزيريسكيب:**

1. لأن 50% من المياه المستخدمة في فصل الصيف عن طريق الأفراد هي مياه مستخدمة لري الحدائق والعشب ويستطيع تصميم الزيريسكيب خفض 60% من هذه المياه وتوفيرها للشرب.
2. لأن التوظيف الصحيح لأماكن النباتات والأشجار يمكن أن يساعد في التهوية والتدفئة الطبيعية للمباني والمنازل وبذلك يقلل من استخدام الطاقة وتكلفتها.

**أهمية تطبيق نسق الزيريسكيب Xeriscape design benefits:**

1- **توفير المياه**: مما لا شك فيه أن أهم فائدة لنسق الزيريسكيب هي حفاظه على المياه فالماء ليس مصدر دائم بالأخص في المناطق الصحراوية والجافة وأيضًا في المناطق التي لا يوجد بها مياه عذبة متوفرة ويتم فيها تحلية مياه البحر باستخدام الطاقة التي بدورها يجب الحد من استهلاكها.
2- **توفير الطاقة**: توفير المياه يساعد في توفير الطاقة المستخدمة لتحلية مياه البحر أو معالجة مياه الصرف وتوفير المياه الرمادية بكثرة grey water لري مساحات كبيرة من العشب والنباتات.
3- **انخفاض تكلفة الصيانة**: يوفر نسق الزيريسكيب في تكلفة صيانة المواقع فبجانب جز العشب والتقليم الذي يكون نسبته

قليلة مقارنةً بنسق تصميم المواقع الأخرى، فالري أيضًا يكون نسبة قليلة ويمكن استخدام أبسط أنظمة الري لإتمامه وهذا توفير للمال والجهد أيضًا.

4- **تقليل التلوث**: لأن الزيريسكيب لا يحتاج لماكينات جز العشب التي تعمل بالوقود الحفري الذي يلوث البيئة عند استخراجه وعند استخدامه وبدلاً من ذلك يتم استخدام ماكينات بسيطة لجز النجيلة في المساحات الصغيرة المزروعة بها.

5- **تحسين الحياة البرية**: نتيجة زراعة نسبة كبيرة من النباتات المحلية والأشجار المحلية ينتج عنها توفير بيئة مألوفة للطيور والحيوانات والحشرات البرية المتعارف عليها في المنطقة.

6- **عدم استخدام مخصبات ومبيدات**: أيضًا نتيجة لاستخدام الأشجار والنباتات المحلية، فنجد احتياج التربة من المخصبات الكيميائية قليل، لأن معظم احتياجات النبات المحلي من عناصر متوفرة في التربة الأصلية للبيئة وينتج أيضًا عن ذلك تقليل تلوث البيئة الذي تقوم به الأسمدة والمبيدات الكيميائية.

**مبادئ تطبيق الزيريسكيب The Principles of Xeriscape:**

**(1) التصميم Design:**

اللاندسكيب أو تصميم الموقع الجيد يبدأ بالتصميم الجيد، وعند تصميم الزيريسكيب يجب دائمًا الأخذ بأهم مميزاته في الاعتبار وهو توفير المياه مع أخذ باقي الاعتبارات في الحسبان من توفير الجهد والصيانة والتكلفة وبناءً على كل ذلك نقوم باختيار النباتات المناسبة، والمساحات المناسبة لكل استخدام في الحيز الفراغي .

**خطوات التصميم باستخدام نسق الزيريسكيب:**

**أولاً: رفع مساحة الموقع:**

يجب رفع مساحة الموقع المراد تصميمه مع تحديد أماكن الأرصفة والمشايات وأيضًا يتم تحديد مواقع ومساحات العناصر النباتية الموجودة بالموقع مسبقًا إذا وجدت ويفضل إبقاءها وإدخالها في التصميم الجديد.

أيضًا يتم تحديد اتجاهات الشمس والظل والنور ومواعيد تواجد الشمس بالموقع لأن كل ذلك يؤثر في التصميم وفي تحديد أماكن زراعة النباتات وأنواعها. فمثلاً هناك نباتات تذبل إذا زرعت بأماكن لا تصل لها الشمس ونباتات تحرق إذا تعرضت للشمس فترة تزيد عن ساعة. ويجب أخذ اتجاهات الرياح في الاعتبار لتأثيرها المباشر على استخدامات التصميم، فمثلاً لا يجوز عمل منطقة ألعاب أطفال أو منطقة شواء في اتجاه الرياح المباشر.

**ثانيًا: ترسيم طوبوغرافية الموقع:**

فعند تصميم اللاندسكيب لابد أن يكون المصمم على علم بمستويات الأرض بموقع التصميم نسبة الميول وأماكن الارتفاع والقيعان لابد أن تؤخذ في الحسبان عند التصميم وتحديد أماكن الاستخدامات المختلفة للموقع.

**ثالثًا: تحديد الهدف الأساسي من اللاندسكيب المراد تصميمه:**

فهل هو حديقة عامة او حديقة مسكن أو حرم جامعي أو ميدان فكل استخداماته ومفرداته فالتصميم فحديقة المسكن تحتاج (حوض سباحة – منطقة لعب أطفال صغيرة – منطقة شواء – منطقة استرخاء) وهكذا...

ويمكن تقسيم التصميم إلى ثلاث مناطق من حيث استخدام المياه فهناك منطقة الواحة (oasis zone) وهي منطقة تحتاج لأكبر جزء من المياه وهي في الغالب المنطقة الأكثر استخدامًا والأكثر جاذبية، وثاني منطقة هي المنطقة الانتقالية (transition zone) وهي أقل استخدامًا للمياه وتحتوي نباتات أشد تحملاً للعطش وأقل احتياجًا للصيانة والري، والمنطقة الثالثة هي منطقة (low-water-use zone) أو قليلة استخدام المياه، وفي الغالب تكون هذه المنطقة قليلة جدًا في العنصر النباتي، ويسمى التصميم بهذا المفهوم (hydro zoning) أو التصميم نسبةً لاحتياج كل منطقة للمياه.

**رابعًا: تحديد أماكن العناصر النباتية والعناصر الصلبة:**

يجب تحديد أماكن المشايات ومناطق الجلوس والتكسيات المختلفة لها مع تحديد إذا كان هناك عنصر مائي كحوض سباحة أو بحيرة أو نافورة (والتي تعتبر من العناصر قليلة الاستخدام في الزيريسكيب)، ويجب أيضًا أخذ الأماكن التي تحتاج للظلال في عين الاعتبار وهل سيتم تنفيذ الظل بعناصر نباتية (أشجار) أو بعناصر صلبة (برجولات وتعريشات).

**خامسًا: تحديد أنواع النباتات حسب الوظيفة في مناطق العناصر النباتية:**

فمثلا أين ستضع الأشجار كاسرات الرياح وأين ستضع الأشجار المراد بها الأظلال ومكان النجيلة والزهور العطرية...الخ.

**(2) تجهيز التربة Soil Preparation:**

تجهيز التربة خطوة مهمة في إنجاح عملية التخطيط للزيريسكيب، فيترتب عليها اختيار النباتات بعد مرحلة اختبار التربة ومعرفة احتياجاتها.

خطوات تجهيز التربة لنسق

**أولاً: اختبار التربة:**

عن طريق جمع عينات من التربة وإرسالها للمعامل لتحليل محتواها ومعرفة عناصرها وطبيعتها، فهناك تربة طينية وتربة رملية وتربة طفلية وأنواع أخرى، ومهم أيضًا معرفة هل التربة قلوية أو حامضية لإمدادها بالعنصر القليل بها، وعند معرفة نوعية التربة نعرف أيضًا مدى مساميتها فالتربة الرملية لا تحتفظ بالمياه وتجف سريعًا وهي مناسبة للصبارات والعصاريات، أما التربة الطينية تحتفظ بالمياه لمدة أطول.

**ثانيًا: تحديد الاحتياج من المخصبات:**

تأتي هذه الخطوة بعد تقرير المعمل لاختبار عينة التربة من الموقع المراد تصميمه ويتم بها تحديد العنصر غير المتوفر بالتربة و إضافته فمثلاً إذا كانت التربة قلوية (high pH) سيكون ضروري إضافة الفوسفات لها.. في أغلب الأحوال يتم إضافة السماد الطبيعي (compost) للتربة الرملية في منطقتي الواحة (oasis zone) ومتوسطة الاحتياج للمياه ( moderate zone) لتزيد من قدرة التربة على امتصاص المياه والاحتفاظ بها.

**شكل رقم (3) مخصبات طبيعية**

**(3) اختيار النباتات المناسبة Appropriate plants selection:**

- هناك العديد من المراحل في عملية اختيار النباتات ولكن أهم نقطة في تنسيق الزيريسكيب هي اختيار النباتات التي تتحمل الجفاف أو التي لا تفقد الرطوبة بشكل سريع، يمكن أن يحدث هذا لعدة أسباب، اثنين منهم هم أن يكون للنبات جذور قوية وعميقة جدًا تستطيع أن تبحث عن المياه داخل التربة على عمق كبير بسهولة، والسبب الآخر هو أن تكون نباتات ذات ساق خشبية، فالساق الخشبية تفقد الرطوبة ببطء شديد، فالأشجار والشجيرات تتحمل قلة المياه على عكس النباتات الصغيرة ذو الساق الأخضر التي تذبل بسهولة وتفقد المياه بسرعة.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

**شكل رقم (4) نبات الهيبسكس المحلي**

- النباتات متحملة الجفاف (Drought – tolerant) هو مصطلح يدل على أن النبات يستطيع تحمل الجفاف دون أن يموت ولكنه لا يعني أن مظهر النبات لا يتأثر بقلة المياه.
- (Drought avoidance) أو متفادية الجفاف هي النباتات التي تتحمل نقص المياه ولكن أيضًا لا يظهر ذلك على أوراقها ومظهرها الجمالي، فالنباتات متحملة الجفاف ستجد بعض الحلول التي تجعلها لا تموت ولكن ستظهر عليها بعض الأعراض مثل أن تصفر أوراقها أو أن تقع أوراقها بالكامل وتبدأ في الاخضرار مرة أخرى والإنبات عند حصولها على قدر كاف من المياه.
- أما النباتات التي لا تظهر عليها أعراض الجفاف مع نقص المياه تجد طرق أخرى للنجاة كحفظ المياه في أوراقها التي تكون في الغالب سميكة ولامعة ويمكن أن تكون أوراقها صغيرة وكثيفة، هناك أيضًا نباتات مكسوة أوراقها بشعيرات صغيرة جدًا نستطيع أن تحفظ لها الرطوبة وفي نفس الوقت تعكس الضوء والحرارة التي تجعل المياه تتبخر، وهذه النباتات تسمى water-saver أو النباتات المدخرة للمياه ولا تحتاج حجم المياه التي تحتاجها النباتات التي تسمى water-spenders أو مستهلكات المياه.
- في نسق الزيريسكيب تستطيع النباتات المتحملة للجفاف (drought-tolerant) أن تتحمل قلة المياه ولكن بعد فترة من زراعتها حتى تكون جذورها أصبحت عميقة وقوية وفي هذه الحالة ستحتفظ بمظهرها أيضًا ولن تظهر علامات الجفاف عليها. ويمكن أن تأخذ مرحلة التأسيس وتعميق الجذور في حدود من ثلاثة إلى ستة أشهر من بداية زراعة النبات.
- وللحصول على أفضل نتيجة في اختيار النباتات، يفضل اختيار النباتات المحلية في منطقة التصميم والتي تستطيع أن تتأقلم مع طبيعة الجو في المنطقة.

**أولاً: تحديد قائمة بالنباتات المحلية:**

- ما هي النباتات المحلية؟ هي نباتات أو بذور أتت من مكان مع الرياح أو الطيور أو البحر أو الحيوانات أو بأي شكل طبيعي آخر واستطاعت أن تستقر في منطقة معينة وتزدهر متحملة جميع الأجواء المحيطة بها من درجة حرارة وسطوع للشمس وبرودة ونسبة رطوبة وتأقلمت تمامًا مع البيئة المحيطة في المكان وفي الغالب استطاعت هذه النباتات أن تتحمل الحشرات والقوارض في هذه المنطقة والأمراض التي تصيب النبات فيها، وبذلك لا تحتاج للمبيدات في معظم الأحيان.
- عند جمع قائمة النباتات المحلية سنجد أن هناك نباتات محلية ولكنها كثيرة الاحتياج للمياه مثالاً على ذلك في جمهورية مصر العربية بنبات الورد البلدي (rose-hybrid)، ونبات مسك الليل (cestrum – nocturnum) والريحان البلدي، جميعها محلية ولا تتحمل العطش في نفس الوقت. ومع ذلك نستطيع استخدام هذه النباتات العطرية في تصميم الزيريسكيب وتوظيفها في منطقة الواحدة (oasis) للاستمتاع برائحتها وجمال ألوان زهورها.
- عند اختيار باقي النباتات للمناطق الأخرى من التصميم يجب التأكيد على نقطة تحمل الجفاف وإلا ستفقد مبدأ هام من مبادئ تصميم الزيريسكيب وهو اختيار النباتات الملائمة والمتحملة للجفاف.

**ثانيًا: عوامل اختيار النبات:**

الكثير من العوامل يجب أخذها في الاعتبار عند تحديد مجموعة النباتات لكل منطقة في التصميم وهي:

**(1) العامل البيئي**: فيفضل اختيار النبات الأقل احتياج للمياه وأيضًا النباتات التي تتوافق مع التربة دون إضافة أسمدة ومخصبات، ويفضل اختيار النباتات التي تجذب الحياة البرية في المنطقة كالشيح الخراساني الذي يجذب الفراشات ( santalina chamaecyparisses)، ونبات البودليا ( Buddleja asiatica)، وكاريوبسيس (careopsis)، وفي بيئة مشمسة وصحراوية كجمهورية مصر العربية يجب اختيار الأشجار التي تعطي الإظلال المطلوب وتكون في الغالب على شكل شمسية (umbrella shape) كشجر البوانسيانا (Delonix regia)، والكاسيا جلوكا (Cassia glauca) وشجرة السنط ( Acacia nilotica).

**(2) الجانب الجمالي**: يفضل اختيار النباتات والأشجار الجذابة التي تتمتع بزهور ملونة وجمال في الأوراق كأشجار البوجنفيلا (bougainvillea) والتي تستخدم كأشجار متعلقة أو كشجيرات أو كاسيات للأرض (ground covers) ولها الكثير من الألوان للزهور وهي مزهرة معظم شهور السنة وتتكيف مع قلة المياه ويجب عند اختيار النباتات في الحوض الواحد أو المنطقة الواحدة مراعاة أسس التصميم من لون وملمس وشكل وحجم فيجب أن تكون الألوان متناسقة ويفضل اختيار أكثر من ملمس للنباتات في الحوض الواحد لخلق إثارة جمالية.

**شكل رقم (5) نسق زيريسكيب متعدد الملامس والألوان**

- عند تحليل النباتات من ناحية الجانب الجمالي أيضًا يجب مراعاة طبيعة نمو كل نبات فهناك نباتات سريعة النمو، وهناك نباتات بطيئة النمو فمثلاً عند تصميم حوض زراعي به ثلاث مستويات من النباتات (أشجار – شجيرات – كاسيات للأرض) يجب أن تكون كاسيات الأرض سريعة النمو والشجيرات بطيئة النمو فتنمو كاسيات الأرض (ground covers) لتصبح في نفس المستوى الطولي للشجيرات ويفقد التصميم مغزاه في خلق المستويات الطولية للنباتات.
- أيضًا من النقط الجمالية للنباتات التي يجب الانتباه لها عند تصميم الموقع هي توافق النبات مع المكان أو الموقع المراد تصميمه، فعند تصميم اللاندسكيب لحرم جامعي نستخدم في المدخل نباتات وأشجار تدل على الرسمية وهي في الغالب تكون نباتات تنمو بشكل مستقيم كالنخيل وأشجار السرو الليموني

وأشباه النخيل مثل السيكاس (cycas) ولكن عند تصميم وتنسيق حديقة عامة يمكن أن يحتوي المدخل على متسلقات وأشجار متهدلة كالبوجنفيلا (Bouginvellea) والورد البلدي المتسلق والياسمين البلدي ليعطوا للزوار إحساس بالراحة عند الدخول والبهجة.

**(3) الجانب الوظيفي:**

للأشجار والنباتات جوانب وظيفية مهمة جدًا كتحديد المسارات والمشايات، فعند تحديد مسارات المشاة في الموقع المصمم يجب أن لا تكون النباتات المزروعة على الجانبين من النباتات الشوكية حتى لا تصيب المشاة، وأيضًا عند مناطق لعب الأطفال أو أفنية المدارس لا يفضل زراعة نباتات شوكية كنبات الإيفوربيا (Euphorbia milii).

أيضًا استخدام الأشجار كمصدات للرياح، يراعى عند ذلك زراعة الأشجار طويلة العمر، التي لا تنكسر بالرياح والعواصف وتساعد أيضًا في صد هذه الرياح عن اللاندسكيب والمباني الموجودة بالموقع كشجرة فرشة الزجاج ( callistanon rigidus) وشجر الكافور (amanonum camphola) الذي يصل ارتفاعه لـ50 متر وهو من أسرع الأشجار نموًا في العالم حيث يمكن أن ينمو 10 أمتار في العام الواحد وأيضًا من فوائده أنه شجر معمر يمكن أن يعيش 1000 سنة وأكثر.

هناك أيضًا النباتات التي تمتص السموم من الجو، فيمكن زراعة مجموعة منها في التصميم للاستفادة من خواصه المنقية للجو المحيط مثل شجرة الفيكس بينجامينا المنتشرة في شوارع جمهورية مصر العربية (Ficus benjamina)، ونبات الدراسينا ريفليكسا (Dracena reflexa).

**(4) مناطق النجيلة Turf areas:**

تعتبر نقطة استخدام النجيلة في الزيريسكيب نقطة مثيرة للجدل، لأن هدف نسق الزيريسكيب الأساس هو الحفاظ على المياه ومن المتعارف عليه أن النجيلة هي من أكثر النباتات استهلاكًا للمياه، ولكن منطقة النجيلة (Turf grass) هي منطقة مهمة في تصميم اللاندسكيب ولا يمكن الاستغناء عنها تمامًا ولكن عند تصميم الزيريسكيب يتم الحد منها وتقنينها قدر المستطاع.

**وأهمية النجيلة هي:**

1- مساحة مهمة ومناسبة جدًا لممارسة الأنشطة.
2- مساحة لعب للأطفال والحيوانات الأليفة.
3- تمتص الأتربة وملوثات الهواء بشكل كبير وتنتج نسبة كبيرة من الأكسجين.
4- تلطف الجو ويمكن أن تكون درجة حرارة منطقة النجيلة أقل من درجة حرارة المناطق ذو التكسيات الصلبة ( hard cape) بحوالي ($1.1^oC$).

ولكن مع كل هذه الفوائد تأتي مشاكل استخدام النجيلة وعلى رأسها استهلاكها الكبير من المياه وأيضًا احتياجها الدائم للعناية والصيانة، فلابد من قص النجيلة وإزالة الأعشاب الضارة بها دوريًا، وفي فصل الصيف تحتاج النجيلة للري مرتين يوميًا أحيانًا في الأيام الحارة، وفي حالة إهمالها وعدم ريها وصيانتها تتحول النجيلة لمنطقة كبيرة من الرمل والطين الغير مستغلة، ومن مساوئ النجيلة أيضًا أنها لا تستطيع أن تنمو من جديد بعد ذبولها، فلو ذبلت النجيلة كان لابد من تغييرها وهي تكلفة اقتصادية أيضًا.

لذلك كان الحل لهذه المعضلة هو تقنين حجم المنطقة المزروعة بالنجيلة وعدم إلغاءها بالكامل.

**(2) وبدائل النجيلة هي:**

هناك الكثير من التصميمات الجذابة التي لا تحتوي على مناطق نجيلة أو تحتوي على مناطق صغيرة منها واستخدم في هذه التصميمات:

**أ) الحشائش الزخرفية ornamental grasses، مثل:**

1- بنيستم ذيل الفأر الأخضر (pennisetum setaceum)
2- بنيستم ذيل الفأر الأحمر (pennisetum purpurem)
3- فستوكا (Festuca cinerea)
4- كاريكس (carex hachijoensis everyold)

**ب) مغطيات التربة ground covers، مثل:**

1- الجازانيا gazania
2- الكلانشو Kalanchoe وهو من النباتات ذات الأوراق السميكة ويعتبر من العصاريات التي لا تحتاج للري الكثيف.
3- الجهنمية Bougainvillea.
4- وواقيات التربة Mulches بأنواعها المختلفة الطبيعية والصناعية.
5- التكسيات الصلبة للأرضيات (hard scape) إذا كانت أحجار أو خرسانة أو أخشاب.

وعند تحديد منطقة النجيلة يجب مراعاة أن تكون منطقة دائرية، بيضاوية أو مربعة كمثال ويراعى أن يتجنب المصمم الأشكال المعقدة والشرائط الضيقة عند تصميم منطقة النجيلة لتيسير عملية الرعاية وجز العشب، أيضًا يجب اختيار أنواع محلية من النجيلة والحشائش للحد من استهلاك المياه قدر المستطاع.

**ج) واقيات التربة Mulches:**

استخدام واقيات التربة هو المبدأ الخامس من مبادئ تصميم نسق الزيريسكيب تستخدم واقيات التربة في أحواض الزراعة (planting – beds) للزهور والشجيرات والأشجار وأهم مميزاتها أنها تساعد التربة على الاحتفاظ بالمياه مدة أطول لأنها تغطي نسبة كبيرة من سطح التربة فتمنع أشعة الشمس والحرارة من تبخير المياه بها، ولكن هذه ليست ميزاتها الوحيدة فهي:

1- تمنع تآكل التربة.
2- تشجع النبات على نمو الجذور لأنها تحفظ التربة من تغير درجات الحرارة أثناء ارتفاعها الشديد في الصيف وانخفاضها في الشتاء فتهيئ للجذور حرارة معتدلة معظم أوقات السنة.
3- تحد من نمو الأعشاب الضارة بالتربة.

يوجد الكثير من واقيات التربة ويختلف استخدامها حسب المنطقة والاحتياج وحسب أيضًا نوع التربة ومعدل التحلل وتندرج هذه الأنواع تحت قائمة واقيات التربة العضوية أو الغيرعضوية:

**شكل رقم (6) واقيات التربة المتنوعة**

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

**أولا: واقيات التربة العضوية organic mulches:**

1- لحاء الأشجار Bark وهو الطبقة الخارجية من جذوع الأشجار.
2- الأسمدة الحيوانية composted animal manures وهو فضلات الحيوانات.
3- الكومبوست compost وهو سماد طبيعي يصنع من فضلات الطعام كقشور الفاكهة والخضروات وقشر البيض...الخ، تضاف هذه الفضلات في سلة حتى تتحلل وتستخدم كسماد للنباتات.
4- أوراق الأشجار Tree leaves.
5- رقائق الخشب wood chips.
6- القش straw.
7- قصاصات العشب grass clipping.

**ثانيا: واقيات تربة غير عضوية Inorganic mulches:**

1- الصخور والأحجار Rocks.
2- الزلط وكسر الرخام pepples & marble. وتعطي هذه الأنواع أشكال جمالية للتصميم لتمتعها بألوان مختلفة وأحجام تناسب معظم المساحات.
3- البولي بروبلين (البلاستيك) Poly propelene plastic: وهو يعتبر النوع الأسوأ لأنه يمنع الأكسجين والمواد المغذية من الوصول لجذور النبات.

**عند اختيار واقيات التربة يجب أن يراعى:**

1- إذا كان الاختيار وقع على لحاء الأشجار (Bark) أو رقائق الخشب wood chips أو قصاصات العشب grass clippings يجب التأكد من عدم وجود أي أمراض بالنباتات المستخدم لحاءه أو الأعشاب المستخدمة.
2- إذا وقع الاختيار على الأسمدة الطبيعية كفضلات الحيوانات أو فضلات الطعام المحللة (compost) يجب اختيار الموعد المناسب لوضعها بالتربة فهذه الأسمدة تسبب ارتفاع حرارة التربة عند استخدامها لأنها تبدأ بالتحلل والتفاعل مع التربة فإذا زادت الحرارة بشكل كبير حول النبات يمكن أن تحترق جذوره لذلك هذه الأسمدة توضع في بداية فصل الشتاء وتترك حول النباتات لتتحلل باقي أشهر السنة.
3- لا يفضل استخدام القش كواقي للتربة لأنه سريع الاشتعال.
4- واقيات التربة من الأحجار والحصى والزلط تعتبر من أفضل الأنواع وهي تدوم طويلاً ولكن يجب التأكد عند إضافتها أنها ليست كثيفة بشكل مبالغ فيه حتى تستطيع بذور النبات أن تتنفس جيدًا وأيضًا كي لا تزيد درجة الحرارة حول النبات عن المقدار المطلوب لأنها تمتص أشعة الشمس.
5- عند استخدام واقيات التربة العضوية (organic mulches) يراعى إضافة مخصب للتربة يحتوي على نسبة كبيرة من النيتروجين (nitrogen) لأنه واقي التربة الطبيعي عند التحلل يستخدم نسبة من النيتروجين التي في التربة في التفاعل الكيميائي لتحلله محدثًا بذلك قلة في مستوى النيتروجين بالتربة.
6- يجب أن يضاف واقي التربة بعمق معين حتى يحقق الغرض منه ويكون مفيد للنبات وهو من حوالي 10سم إلى 15سم.

**د) كفاءة نظم الري Efficient irrigation:**

نظام الري في العموم يكون هدفه هو إعطاء الكمية الكافية من المياه للنبات دون إهدار للمياه، وهدف نسق الزيريسكيب الأول هو الحفاظ على المياه.

لذلك يستخدم دائمًا في شبكات الري في نسق الزيريسكيب النظم الأكثر دقة في الري مثل:

**(1) نظام ري الجذور root zone irrigation:**

وهو يعتمد على شبكة ري من الأنابيب التي توضع تحت سطح التربة والتي تسمح للمياه بالخروج ببطء متجهة نحو الجذور وعمق التربة. مما يجعل نسبة تبخر المياه قليلة جدًا مقارنةً بالري فوق سطح التربة.

وأيضًا هذا النظام يقلل من هدر المياه عن طريق الانجراف نحو المناطق الصلبة (الشوارع) وكذلك يقلل من نسبة الاحتياج لصيانة شبكة الري، فنسبة خسارة الرشاشات نتيجة الرياح أو الكسر تعتبر منعدم لأن نظام الري بالكامل يقع تحت سطح التربة.

**شكل رقم (7) الري بالتنقيط**

**(2) نظام الري بالرش sprinkler irrigation system:**

وهو أفضل نظام لري مناطق النجيلة lawn area عن طريق وضع رشاشات ناثرة للمياه فوق سطح النجيلة وتكون هذه الرشاشات دوارة أو ثابتة ويغطي الرشاش الواحد نسبة كبيرة من سطح النجيلة على شكل دائرة حوله، ومن أهم مميزات هذا النظام أنه سهل التركيب وسهل الصيانة لأنه بالكامل فوق سطح التربة فيسهل التعرف على منطقة العطل وإصلاحها. ولكن على الناحية الأخرى فإمكانية فقد الرشاشات نتيجة كسر أو رياح قوية نسبته كبيرة مقارنةً بنظم الري المثبتة تحت سطح التربة.

**(3) التحكم التلقائي Automatic controlling:**

وهو لا يعتبر نظام ري بنفسه ولكنه نظام تحكم يفضل إضافته لنظام الري المستخدم فتضاف وحدات التحكم التلقائي لنظام الري لتحقيق كفاءة إدارة المياه على نحو مستدام وبشكل أدق عن طريق ضبط الوقت من (ساعة ويوم وشهر) المراد تشغيل الري فيه لمدة معينة ويغلق مرة ثانية تلقائيًا.

تستخدم أيضًا وحدات استشعار المطر ( automatic rain shut off) Rain sensors لغلق نظام الري عند وجود أمطار وعدم هدر المياه.

**شكل رقم (8) أجهزة استشعار الأمطار**

هناك أيضًا أجهزة استشعار الرطوبة soil moisture sensors وهي أجهزة تثبت بالتربة لتقيس نسبة الرطوبة بها وتعطي مؤشر عند احتياج التربة للمياه وهي يمكن وصلها بنظام الري فيفتح الري عندما تستشعر أجهزة الرطوبة أن التربة تحتاج للمياه وتغلق مرة ثانية عند الوصول لدرجة رطوبة معينة.

**وهناك بعض النقاط الواجب مراعاتها عند تصميم الزيريسكيب واستخدام نظم الري:**

1- يجب مراعاة زراعة نباتات تحتاج لنفس معدل المياه تقريبًا في المنطقة الواحدة للاندسكيب فلا يمكن زراعة الصبارات والعصاريات في منطقة النجيلة مثلاً.
2- حتى النباتات المتحملة للجفاف drought-resistant ستحتاج للري حتى لا تذبل ويصبح مظهرها مريض.
3- يجب تحديد الوقت الأمثل للري، فري النباتات عند سطوع الشمس الشديد يؤدي للتبخر الكثيف للمياه وهدرها، لذلك أفضل أوقات الري هي وقت الشروق ووقت الغروب.
4- جميع أنواع النباتات المقاومة للجفاف والغير مقاومة تحتاج للري الكافي بعد زراعتها ولمدة من ثلاث لستة أشهر حتى تتأسى في مكانها وتمد جذور كافية في الأرض.

**هـ) الصيانة Maintenance:**

يحتاج نسق الزيريسكيب للصيانة والعناية ولكن بنسبة أقل مقارنةً بنسق تصميم اللاندسكيب الأخرى، مع علمه أنه بعد فترة وعند تأسيس النباتات جيدًا بالتربة تقل نسبة احتياجه للصيانة وللري وتتباعد الفترات بينهم.

**ومن العوامل التي تقلل الاحتياج للصيانة:**

1- استخدام النباتات المحلية والمتأقلمة مع الجو المحيط.
2- ترك منطقة النجيلة بارتفاع 3 بوصة، يقلل احتياجها من المياه والمخصبات.
3- عند زراعة مجموعة النباتات في الحوض الواحد planting bed التأكد من أنها تحتاج نفس ظروف الري ونسبة الظل والإضاءة.
4- عند عملية التصميم اختيار النباتات التي لا تنمو بشكل عشوائي فتفسد التصميم وتحتاج للقص والتشديد كثيرًا.
5- عند عملية التصميم أيضًا التأكد من زراعة مجموعات نباتية تنمو بنفس النسبة تقريبًا في المكان الواحد، حتى لا نجد نوع معين يحتاج للتعليم كثيرًا لأنه يحجب رؤية نوع آخر في اللاندسكيب.

يجب أن تعتمد طرق الصيانة في نسق الزيريسكيب على تقنيات متوافقة مع البيئة وعدم استخدام الكيماويات قدر الإمكان.

**عند صيانة منطقة النجيلة:**

1- يجب إزالة الأعشاب الضارة weeds لأنها تسحب المياه من النباتات.
2- تقليل استخدام الأسمدة لأن زيادتها تتطلب ارتفاع نسبة احتياج النجيلة للنبات.

**عند صيانة النباتات:**

1- إزالة جميع النباتات المتينة والضعيفة حتى لا تضعف النبات.
2- إزالة الأعشاب الضارة حتى لا تستهلك مياه وغذاء النبات من التربة.
3- تشذيب الشجيرات وتجنب القص لأنه يتطلب المزيد من المياه.

**عند صيانة شبكة الري:**

1- يجب التأكد من أن جميع الرشاشات بالنظام تعمل بشكل جيد.
2- إذا كانت الرشاشات غير متحركة يجب توجيهها بشكل صحيح على النبات أو الشجرة المراد ريها حتى لا تهدر المياه على الأرض ولا يستفاد النبات بها.
3- التأكد بأن أنابيب الري لا يوجد بها أي كسر لتفادي هدر المياه.

ضبط الري وفقًا للموسم (الموسم الصيفي –الموسم الشتوي) ووفقًا لحالة المزروعات.

**نموذج لتصميم الزيريسكيب:**

مركز لوس لوناس للرعاية الصحية Los Lunas first choice community healthcare تم تصميمه بواسطه شركة (مورو ريردون ويلكينسون ميلر) Morrow Reardon Wilkinson Miler بمنطقة لوس لوناس, ولاية نيو ميكسيكو بامريكا

شكل رقم 9

شكل رقم 10

شكل رقم 11

- اعتمد التصميم علي نسق الزيريسكيب و توفير المياه فنري تحقيق مبادئ الزيريسكيب فالتصميم مثل استخدام واقيات التربة بدلا من مساحات النجيلة الشاسعة, ونري ان المصمم استخدم اكثر من لون و حجم من الزلط والحصي لاضافة بعض الاثارة واللون للتصميم.
- عند اضافة العنصر النباتي تم اختيار احجام وملامس مختلفة للنباتات مع تحقيق مبدأ التناسق و التدريج في الحجم ايضا. -عند النظر للخطوط الاسمنتية الحادة للمنطقة المصممة التي تشكل مربعات و مستطيلات فاصلة في ارضية التصميم نجد تكاملها و تماشيها مع الاعمدة الطولية و العرضية بالمني الرئيسي مما يحقق الاستمرارية.
- اضاف المصمم بعض النباتات بالوان تحاكي اللوان المستخدمة بالمبني المعماري.
- نجد عنصر التوازن محقق بكل مربع بالتصميم فالخطوط الاسمنتية الحادة تجعلنا ننظر لكل مربع علي حدي كأنه تصميم بذاته و حرص المصمم علي ان تكون كل المربعات او المستطيلات متوازنه عن طريق اضافة كتل نباتية متناسقة اما في النوع او الملمس او اللون, و اضاف ايضا بعض الصخور الطبيعية كبيرة الحجم ليحاكي الطبيعة و يثقل بعض المساحات المصممة.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

*شكل رقم 12*

*شكل رقم 13*

يمثل الشكل رقم (12) البلان الموضح للاندسكيب بالكامل, والشكل رقم (13) هو الجزء الذي تم تنفيذه كحديقة زيريسكيب توضيحية للمواطنين, و نري بالشكل كيف ان المصمم استخدم مساحة صغيرة جدا من النجيلة مقارنة باساليب تصميم اللاندسكيب العادية.

شكل رقم 14

نري بالشكل اسمرارية استخدام المصمم للخطوط الحادة عن طريق اللون بالجدران و كيف يتناغم لون واقيات التربة مع لون الحجر المستخدم في تكسية الحوائط.

شكل رقم 15

اخر شكل وهو للمدخل الرئيسي للمبني و واضح به كيفية توظيف الاشجار لتحقيق الجانب الوظيفي لها و هي الاظلال, فنجدها خلف كل مقعد انتظار.

## نتائج البحث Results:

- اختيار النباتات المحلية من اهم النقاط نحو تحقيق لاندسكيب مستدام يفيد البيئة ولا يضرها.
- يستطيع الزيريسكيب تحقيق الاهداف المرجوة منه من توفير للمياه والطاقة مع الحفاظ على تحقيق اهدافه الوظيفية والجمالية.

## التوصيات Recommendations:

- لابد من توفير مياه الشرب وعدم المبالغة في استخدامها في اعمال الري للاندسكيب والنباتات.
- يجب ان يتكاتف مصمم او مهندس اللاندسكيب في حل مشاكل البيئة مع باقي اطياف العالم.
- يجب اخذ تصميم الزيرسكيب عين الاعتبار عند تصميم الحدائق والميادين في المدن الجديدة بالدولة.
- وضع خطة زمنية قيد التنفيذ لتجديد واحلال جميع المساحات الخضراء المستهلكة للمياه والطاقة بكثرة في جمهورية مصر العربية والوطن العربي.

## المراجع References:


1. Xeriscape:http://www.xeriscape-today.com/features/xeriscape-principles.pdf
2. En.wikipedia.org/wiki/fresh-water
3. https://coloradowaterwise.org/XeriscapeColorado
4. en.wikipedia.org/wiki/xeriscaping
5. Evaluating xeriscape the alternative to water conservation in Florida, a thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of master landscape architecture by: Donald G. Sarka, 2003, Florida international university, Miami, Florida, USA.
6. https://www.okotoks.ca/your-community/green-living/water-conservation-rebate/xeriscaping
7. https://www.denverwater.org/residential/rebates-and-conservation-tips/remodel-your-yard/xeriscape-plans


This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License