Journal of Engineering Sciences
Assiut University
Faculty of Engineering
Vol. 42
No. 3
May 2014
Pages: 798–815

التصميم البيئى في الطبيعة مستعمرات ومساكن النمل نموذجا

د. يحيى وزيرى

أستاذ مساعد العمارة بالمعهد العالى للهندسة والتكنولوجيا بالعريش- مصر
Email address: drwazeri@yahoo.com

Received 27 March 2014; accepted 13 April 2014

ملخص البحث

تظهر العديد من الحيوانات والحشرات براعة كبيرة فى أسلوب بناء أعشاشها ومساكنها، بطريقة يتم فيها مراعاة العوامل البيئية والمناخية المحيطة، كالتهوية الجيدة وضبط درجات الحرارة والرطوبة داخل المأوى، الى جانب متانة البناء نفسه.

ان الدراسات والأبحاث التى أجريت على تصميمات مأوى الحيوانات والحشرات تعتبر قليلة، لذلك فان الهدف من هذه الدراسة هو القاء الضوء على أسلوب تصميم مستعمرات ومساكن النمل، لمحاولة معرفة كيف يقوم النمل ببناء مساكن متينة تتحمل البقاء لمدة زمنية طويلة ، والأساليب التى يستخدمها لتهوية وتنظيم درجات الحرارة داخل تلك الأعشاش والمساكن.

والدراسة تنقسم الى جزئين أساسيين: الأول نظرى تحليلى يلقى الضوء على أهم نتائج الدراسات السابقة التى أجريت على أنواع معينة لمساكن النمل، والتى تقوم بحفرها تحت سطح الأرض، والثانى عبارة عن دراسة ومشاهدات ميدانية لأحد أودية النمل الأبيض بالقرب من خط الاستواء بأوغندا.

الكلمات المفتاحية: التصميم البيئى، مستعمرات ومساكن النمل، النمل الأبيض، أوغندا.

1. المقدمه

يعتبر علم التصميم البيئي (العمارة البيئية) أحد أهم فروع علم العمارة وتخطيط المدن والذي يهتم بدراسة العناصر البيئية والمناخية التي تؤثر على تصميم المباني والفراغات الخارجية، من أجل تهيئة وتوفير المناخ المناسب لراحة الإنسان سواء داخل المباني أو في الفراغات الخارجية في المحيط العمراني.

وتظهر العديد من الحيوانات والحشرات براعة كبيرة فى أسلوب بناء أعشاشها ومساكنها، بطريقة يتم فيها مراعاة العوامل البيئية والمناخية المحيطة، كالتهوية الجيدة وضبط درجات الحرارة ومستوى الأكسجين داخل المأوى، الى جانب متانة البناء نفسه.

والحيوانات تقيم هذه الأعشاش والمساكن من أجل تأدية ثلاث وظائف أساسية[1]:

1- ايجاد مأوى آمن تحتمى بداخله من المخاطر الخارجية، وكمأوى يحميها من الظروف المناخية الخارجية الصعبة، كالزيادة أو القلة الكبيرة فى درجة الحرارة على سبيل المثال.
2- لاصطياد الحيوانات الأخرى.
3- لامكانية التواصل والتزاوج بين أفراد النوع الواحد وتخزين الطعام.

والمواد التى تستخدمها الحيوانات لبناء المأوى الخاص بها اما أن تكون عضوية أو معدنية، مثل أوراق وأغصان الشجر أو الطين أو قطع الصخور الصغيرة، وتلك المواد تجمعها من البيئة المحيطة بها، وفى بعض الحالات تقوم بعض الحشرات على سبيل المثال بانتاج مواد البناء بنفسها، كما فى خلايا النحل حيث تقوم الشغالات بانتاج الشمع المستخدم فى بناء الخلايا المسدسة، أو فى حال العنكبيات حيث تقوم أنثى العنكبوت بافراز الخيوط الحريرية من غدد معينة بجسمها.

ان الدراسات والأبحاث التى أجريت على تصميمات مأوى الحيوانات والحشرات تعتبر قليلة، لذلك فان الهدف من هذه الدراسة هو القاء الضوء على أسلوب تصميم مستعمرات ومساكن النمل، لمحاولة معرفة كيف يقوم النمل ببناء مساكن متينة تتحمل البقاء لمدة زمنية طويلة، والأساليب التى يستخدمها لتهوية وتنظيم درجات الحرارة داخل تلك الأعشاش والمساكن.

والدراسة تنقسم الى جزئين أساسيين: الأول نظرى تحليلى يلقى الضوء على أهم نتائج الدراسات السابقة التى أجريت على أنواع معينة لمساكن النمل، والتى تقوم بحفرها تحت سطح الأرض، والثانى عبارة عن دراسة ومشاهدات ميدانية لأحد أودية النمل الأبيض بالقرب من خط الاستواء بأوغندا.

وفى نهاية البحث نعطى نموذجين تصميميين يوضحان كيفية استلهام أفكار من تلال النمل الأبيض فى العمارة المعاصرة، يفتحان المجال أمام المصممين المعماريين للمزيد من الدراسات على مساكن الكائنات الحية فى الطبيعة، لاستلهام العديد من الأفكار فى تصميمات المبانى المعاصرة.

2. خلفية عامة عن مجتمع النمل

النمل يمثل 20% من الكائنات الحية على كوكب الأرض، وتبلغ أنواعه ما يقرب من 20.000 نوع من النمل تنتشر تقريبًا في كل مكان .. منه من يعيش عمره تحت الأرض، وآخر يعيش فوقها أو بين الأشجار أو حتى عند خط الاستواء، فيما عدا المناطق القطبية.

ويزدهر انتشار النمل في المناطق الحارة بمتوسط 150 نملة في المتر المربع، وقد ثبت أن النمل يحيا في جماعات يتفاوت عدد أفرادها بين بضع عشرات وعشرات الملايين، يحكمها تنظيم دقيق، تتنوع فيه المسئوليات والوظائف والأعمال، التي تؤدى كلها بمستويات مبهرة من الإتقان في الأداء[2].

ويتكون مجتمع النمل من الملكة التي تقوم بإنتاج البيوض والتي تنتفخ وتكبر، فتصبح من الصعوبة بمكان أن تتحرك وبما أنها لاعمل لها سوى وضع البيوض، توجد مجموعة خاصة من النمل للاعتناء بها وإطعامها وتنظيفها من الإناث العقيمات (العواقر) التي تقوم بكافة أعمال الخلية من الدفاع ضد الإخطار التي يمكن أن تتهدد الخلية إلى جمع الطعام إلى تنظيف الخلية والرعاية بالملكة الأم واليرقات الصغيرة وبناء الأعشاش، أما ذكور النمل التي لها مهمة واحدة في حياتها وهي تلقيح الملكات ولا تظهر على سطح الأرض إلا عند موسم التكاثر وبعد القيام بمهمتها تقتلها الشغلات ذلك أنه في مجتمع النمل لا مكان لغير العمال المنتجين [3].

3. حجم مستعمرات وأعشاش النمل

يعيش النمل ضمن مستعمرات يقوم ببنائها وقد يتجاور عدد كبير من المستعمرات مكوناً وادياً للنمل، شكل (1)، وحجم المستعمرات العملاقة super colonies بحدودها تم قياسها فى العديد من الدراسات العلمية، فهى تغطى الآلاف من الكيلومترات المربعة فى كاليفورنيا وأوروبا ونيوزيلاند وأستراليا[4]، أى تقريبا فى كل قارات العالم ماعدا القارة القطبية الجنوبية الباردة، وقد تم اكتشاف أكبر مستعمرة للنمل في جنوب أوروبا تغطى مسافة 6000 كم متصلة، وبها ثلاثة وثلاثون تجمعا للنمل، وتمتد فى أربعة دول هى البرتغال وأسبانيا وفرنسا وايطاليا، شكل (2).

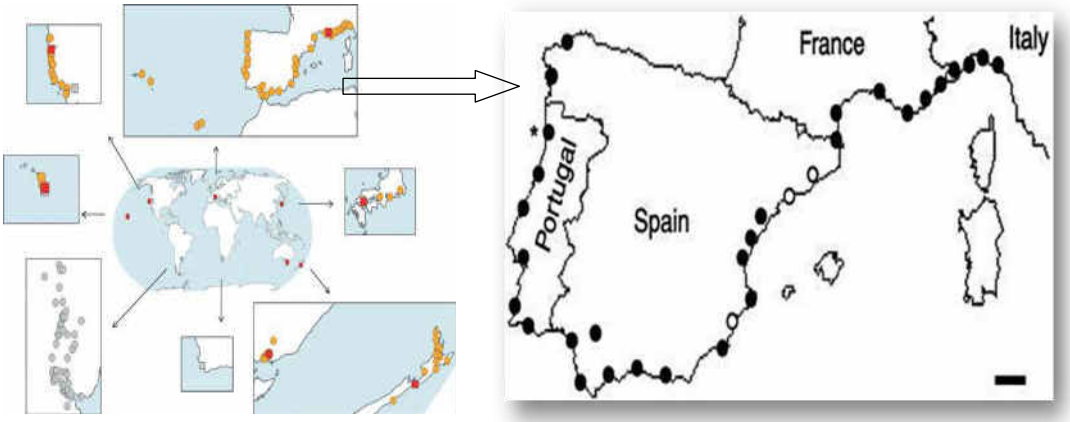
وبعض المستعمرات الكبرى فى الجزء الجنوب الشرقى من الولايات المتحدة الأمريكية واليابان مساحتها أقل من 2500 متر مربع [8]، وهى تشابه حجم المستعمرات الموجودة بالأرجنتين.

وقد أوضحت دراسة حديثة أن كثافة النمل يكون من 25 إلى 3000 نملة لكل متر مربع[9]، وفى دراسة حديثة أخرى بالأرجنتين، فقد تم دراسة مستعمرة تصل مساحتها الى650 مترا مربعا،

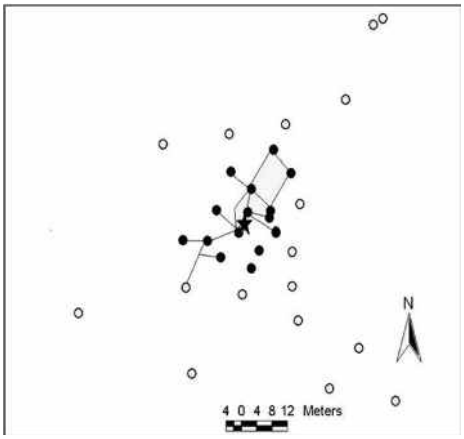
ويسكنها من 1 إلى 5 مليون نملة، وتلك المستعمرة تحتوى على العديد من أعشاش النمل المتجاورة، والتي تشكل مجموعة متقاربة من الأعشاش[10].

وقد اقترحت تلك الدراسة أن يتم تعريف مستعمرة النمل على أنها مجموعة من الأعشاش، والتي ينتقل النمل فيما بينها ويتشارك الطعام، شكل (3)، وأن الترابط بين أعشاش النمل محدد مكانيا، فالشغالات لاتتحرك عبر الممرات أو تتشارك الطعام بين الأعشاش على مسافة أكثر من خمسين مترا من محطة القياس المحددة بالدراسة.

شكل (1): مستعمرة أو وادي النمل يتكون من أعداد كبيرة من الأعشاش.

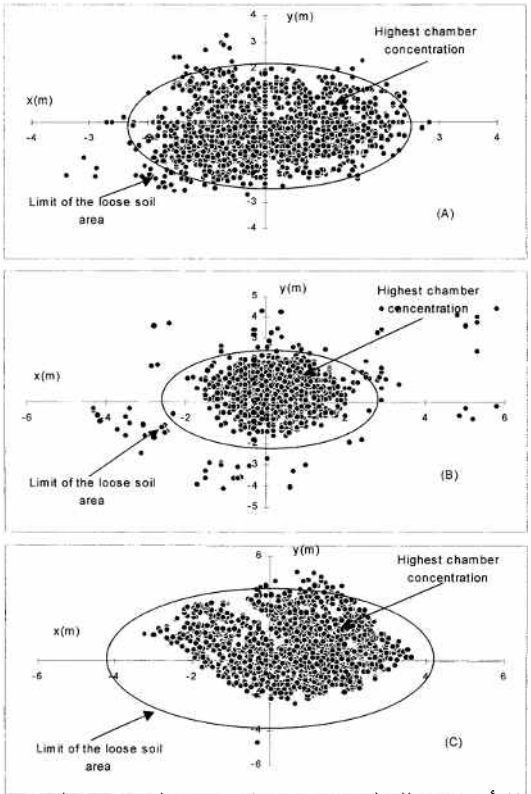


شكل (2): أكبر مستعمرة للنمل في جنوب أوروبا تغطى مسافة 6000 كم متصلة.



شكل (3): مجموعة من قرى النمل تترابط مع بعضها بالممرات وتتشارك فى الطعام.

وفى بعض أعشاش النمل (قاطعات الأشجار) المبنية تحت سطح الأرض، يعلوها تل دائرى صغير بارتفاع حوالى 1م فى المتوسط، وقد أوضحت دراسات متعددة أنه يمكن أن تصل أعداد المساكن بالعش الواحد الى الآلاف، كما فى دراسة العالم البرازيلى "لويس كارلوس فورتى" وآخرين[11]، حيث قام بدراسة ثلاثة أنواع من العشش والتى كانت أعداد المساكن فيها هى: 1149 و1567 و7864 مسكن على الترتيب، شكل (4)، وتلك المساكن والغرف تختلف فى شكلها ووظيفتها وعمقها تحت الأرض، كما سوف نوضح فى المحور الخاص بالتصميم البيئى لمساكن النمل.



شكل (4): نماذج لثلاثة أعشاش للنمل، توضح كثرة عدد المساكن (الغرف) وتقاربها من بعضها البعض.

كما أوضحت دراسة حديثة أخرى على أعشاش النمل، أن أبعاد القرية متوسطة الحجم لنوع النمل قاطع الأشجار Atta Texana، هي 4.5 متر عرض و6 أمتار طول (أى بمساحة تعادل حوالي 25 مترا مربعا)، كما أكدت على التقارب والتركيز الكبير لأعداد المساكن (الغرف) بجانب بعضها البعض، فمن اجمالى 169 غرفة بالعش، وجد منها حوالي 161 تتركز في الثلاثة أمتار العلوية تحت سطح الأرض مباشرة [12].

وقد أوضحت دراسة أخرى حديثة أجريت بولاية فلوريدا بأمريكا على النمل من نوع Camponotus Socius [13]، تركيز وتقارب المساكن بالعش بالقرب من المنطقة العلوية تحت سطح الأرض مباشرة، وهو مايتأكد أيضا عند دراسة العديد من أعشاش النمل لأنواع مختلفة منه، شكل (5).

4. التصميم البيئى لمساكن النمل

أوضحت الدراسات المتعددة الحديثة على أعشاش النمل المحفورة تحت سطح الأرض، أنها تتكون من جزأين أساسيين[14]، شكل (6):

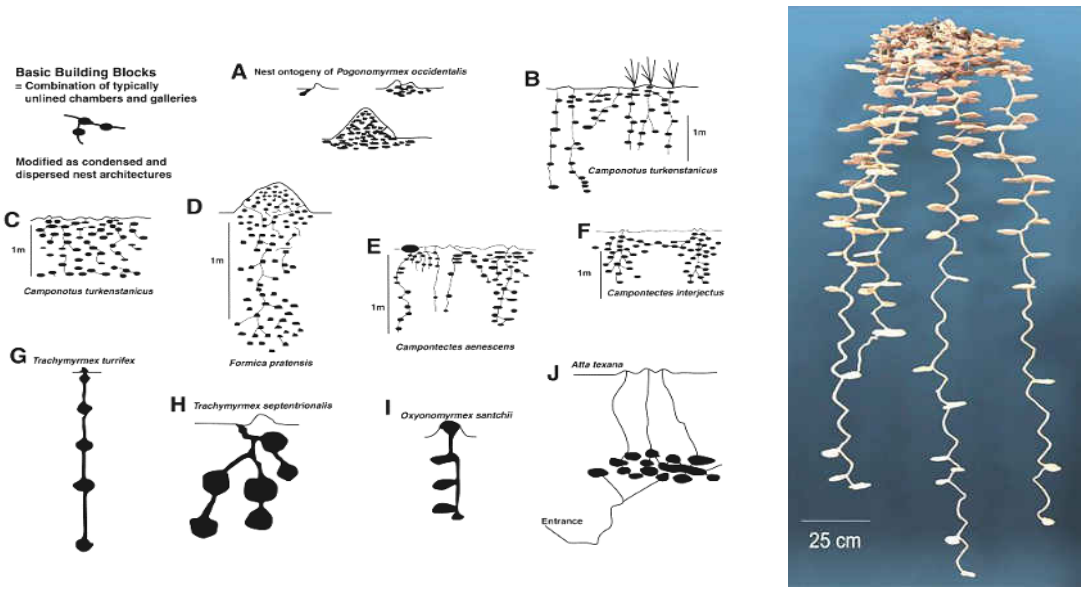
أ- مجموعة من الأنفاق الأفقية والرأسية.

ب- مجموعة من الغرف (المساكن) الأفقية الوضع.

كما اتضح أن عدد الشغالات يتناسب وذو صلة قوية بحجم العش ومساحة الغرف المنشأة ، فعلى سبيل المثال فان مساحة الغرف بالنسبة لعش النمل من نوع Camponotus Socius يتراوح من 26 الى 467 سنتيمتر مربع، وكل زيادة بالنسبة لعدد شغالة واحدة يقابلها زيادة فى مساحة الغرفة تساوى 0.70 سنتيمتر مربع.

وقد أوضحت الدراسة أيضا أن شكل الغرف يختلف حسب حجمها وموضعها حسب عمقها تحت الأرض، فالغرف بالقرب من السطح ضيقة وأكثر استطالة، أما الغرف الأكثر عمقا فتكون أكثر استدارة فى شكلها الخارجى، أما ارتفاع الغرف فلا يختلف باختلاف المساحة وهو يتراوح بين 1سم و1.50 سم، والمسافة بين الغرف تتراوح من 2 الى 14 سم وتزداد قليلا مع العمق.

أما التصميم المعماري لعش النمل من نوع Pognomyrmex badius [15]، فتتميز فيه الأنفاق (الممرات الضيقة) بأنها بيضاوية المقطع وبقطر يتراوح من 4 الى 6 سم، ويميل بزاوية مقدارها 15 الى 20 درجة بالقرب من السطح ويزداد الميل الى 70 درجة عند عمق 50 سم تحت سطح الأرض، ولاتزيد عدد الأنفاق عن أربعة فى المستعمرات الكبيرة.

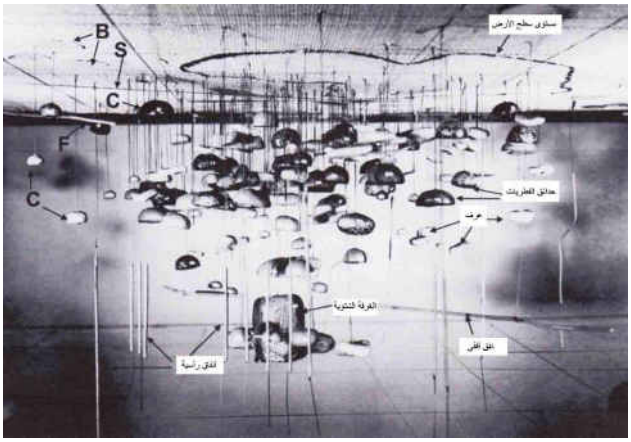


شكل (5): أشكال مختلفة لأعشاش النمل لأنواع مختلفة منه، توضح تقارب المساكن من بعضها البعض.

شكل (6): قطاع منظورى يوضح المكونات الأساسية لمساكن النمل (الأنفاق والغرف).

كما أوضحت دراسة على مستعمرة متوسطة الحجم للنمل من نوع Atta Texana بشمال ولاية لويزيانا الأمريكية [16]، احتوائها على 169 غرفة (مسكن)، منها 97 حديقة لاستزراع الفطر الذى يعتبر الغذاء الأساسى لتلك النملة قاطعة الأشجار، و27 غرفة للشغالات dormancy، و45 غرفة للفضلات والقمامة، كما وجدت غرفة كبيرة نسبيا مقاساتها 1م عرضا ومثلها طولا فى أخفض نقطة من العش تحت سطح الأرض بأربعة مترا، تستخدم كمسكن شتوى لجميع أفراد النمل والفطر خلال الفترة الباردة، شكل (7).

فالنظام الحراري للمنطقة يجعل الشغالات يتجهن للمسكن الشتوي في نهاية الخريف مع بدء الفترة الباردة لاستزراع حدائق جديدة بها من الفطر، ويتحركن للغرف العلوية مع بداية الربيع لإنشاء الحدائق أيضا لاستزراع الفطر.

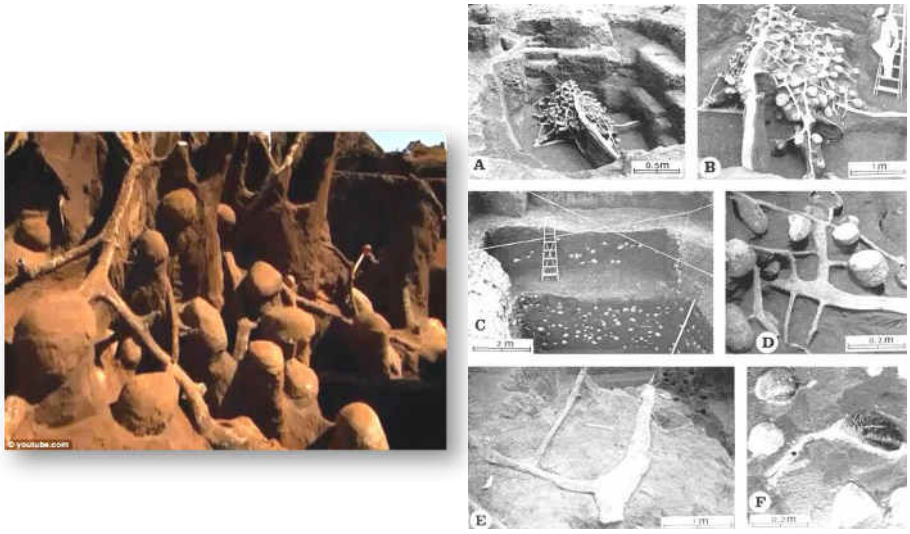


شكل (7): رسم يوضح مساكن متنوعة الحجم والشكل والوظيفة، وفى أخفض نقطة الغرفة الشتوية.

أما عش النمل من نوع Atta leavigata [17]، فيتكون من تل ظاهر فوق سطح الأرض من التربة غير المتماسكة، به العديد من الفتحات والمداخل، وجزء غير ظاهر تحت سطح الأرض يحتوى على غرف أو مساكن مختلفة الأحجام والأشكال ترتبط مع بعضها بشبكة من الأنفاق.

وقد وجد أن الغرف المخصصة كحدائق لاستزراع الفطريات بيضاوية الشكل بينما غرف القمامة والفضلات على شكل مخروطي، ويمكن أن تكون شكل الغرف على شكل كروي أيضا.

وفى بعض الأعشاش يسيطر الشكل الكروي للغرف مع وجود حوائط ملساء من الداخل وربما في بعض الحالات لقاعدة الغرفة أيضا، وقد امتدت الغرف الى عمق وصل إلى 7م تحت سطح الأرض، وهو أكبر عمق تم تحديده لتلك النوعية من الأعشاش، ويشغل العش مساحة دائرية يصل قطرها الى حوالى ثمانية أمتار، شكل (8).



نموذج (أ). **نموذج (ب).**

شكل (8): نموذجان لأعشاش النمل يتضح فيهما الغرف والأنفاق الموجودة تحت سطح الأرض للنمل من نوع Atta leavigata

والأنفاق إما أنها بيضاوية أو دائرية المقطع وارتفاعها يتراوح مابين 2.9 إلى 5.5 سم، وعرض الأنفاق البيضاوية يكون أكبر بأربع مرات من ارتفاعها، شكل (9)، والأنفاق الرئيسية تتميز بطولها لتعبر امتداد العش لكي تتصل بالأنفاق الأخرى لتشكل نظاما دائريا (طريقا دائريا)، كما يلاحظ وجود تدرج فى أحجام الأنفاق فالرئيسية منها أكبر من الفرعية، وهى بذلك تماثل مايقيمه مخططو المدن بمراعاة التدرج فى مقاييس الشوارع على مستوى المدن أو الأحياء السكنية.

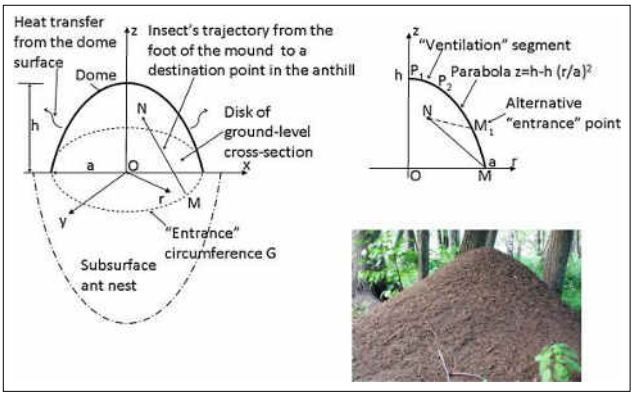
ولاشك أن الشكل البيضاوى أو الدائرى لمقطع الأنفاق والأشكال الكروية للغرف، تمكنها من تحمل الضغوط الواقعة عليها من الناحية الانشائية وأوزان التربة فوقها بطريقة أفضل مما لو كانت مستوية السطح، فهذه الأشكال تتناسب مع البناء تحت سطح الأرض كى تتحمل وزن التربة فوقها.

شكل (9): صورة لمقطع داخلي لنفق بأحد مساكن النمل، وتتفرع منه أنفاق جانبية أصغر فى المقطع.

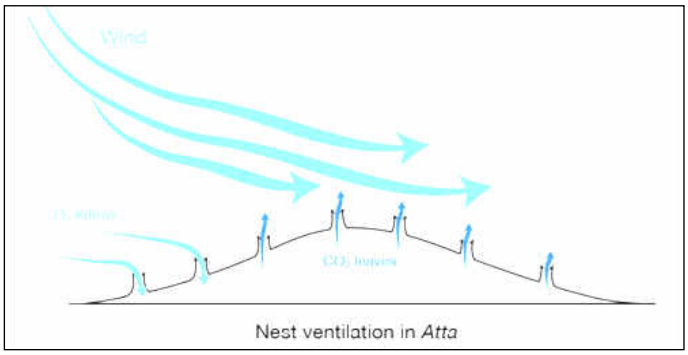
لقد اهتمت بعض الأبحاث بدراسة التلال الترابية التي تعلو بعض أعشاش النمل من نوع Atta ، والتأثير الايجابى لشكل التل المنحنى على تصريف حرارة تلك الأعشاش الموجودة أسفلها تحت سطح الأرض الى الخارج[18]، شكل (10).

وبناء على دراسة أجريت على أحد تلال النمل بالأرجنتين من نوع Atta vollenweideri، فقد لوحظ وجود 169 فتحة نفق موزعة بانتظام على سطح أحد تلال النمل والذي يرتفع 1متر فوق سطح الأرض ويساوى قطره 3.1 مترا [19].

وقد وجد أن الرياح السطحية تندفع من خلال بعض الأنفاق المركزية للتل خلال فصل الصيف لتهوية العش والمساكن الواقعة أسفل التل، وكذلك خروج غاز ثاني أكسيد الكربون من داخل العش[20]، كما لوحظ أن النمل يقوم بتغطية فتحات الأنفاق بالتل بأبراج صغيرة turrets كي تساعد على دخول الهواء للعش، شكل (11)، كما أنه مع بداية الفترة الباردة في فصل الخريف يقوم النمل بغلق حوالي 90% من فتحات الأنفاق بالتل، لتجنب دخول الهواء البارد للعش.



شكل (10): دراسة لأحد تلال النمل، يوضح مساهمة قبة التل في تصريف الحرارة للخارج.



شكل (11): تهوية عش النمل عن طريق فتحات الأنفاق الموجودة على السطح الخارجي لقبة التل.

5. دراسة ميدانية على تلال النمل الأبيض بأوغندا

قام مقدم البحث بزيارة ومشاهدة أحد مواقع تلال النمل الأبيض Termites mounds بأوغندا، ويقع هذا الموقع بالقرب من منطقة " امبيجى" Mipigy، على الطريق الموصل الى خط الاستواء، وهى تبتعد عن العاصمة كمبالا بحوالى 35 كم، شكل (12).

وقد اتضح من المشاهدات الميدانية للباحث انتشار العديد من تلال النمل الأبيض بالموقع، مخروطية الشكل أو أقرب الى شكل القباب، وتتناثر تلك التلال فى الموقع وان كانت فى بعض الحالات القليلة يحدث تقارب وتداخل بين بعضها البعض، مع وجود اختلاف فى الارتفاعات والمساحات شبه الدائرية التى تشغلها تلك التلال، شكل (13)، كما لوحظ أن المادة المستخدمة فى بناء تلك التلال من نفس عينة التربة المتواجدة بالموقع.

شكل (12): موقع الدراسة الميدانية بالقرب من Mpigi، باستخدام جوجل ايرث (الباحث).

شكل (13): صور مختلفة لتلال النمل الأبيض بموقع الدراسة الميدانية (تصوير الباحث).

وقد تم عمل بعض القياسات البسيطة على عدة تلال بالموقع وتصويرها، حيث تم تحديد ارتفاعات تلك التلال ومتوسط القطر الدائرى لها عند قاعدة التل، وقد تم تحويل الصور الرقمية للتلال المختارة الى خطوط أساسية outlines، باستخدام برنامج مخصص لذلك باسم (dumpr) متاح على شبكة الانترنت[21]، ثم تم

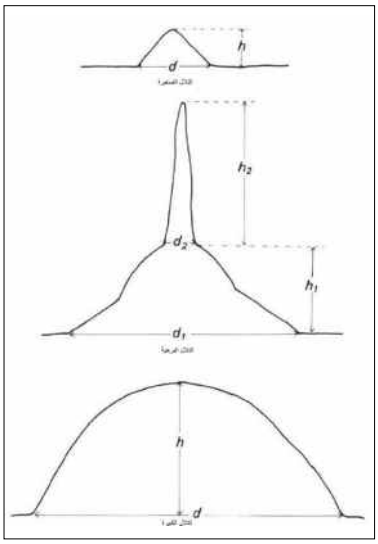
مسح الخلفيات للوصول الى واجهات تتماثل تماما مع واجهات تلك التلال بتفاصيلها المختلفة بالطبيعة، ووضع المقاسات الأساسية المرفوعة من الطبيعة عليها.

وطبقا لبعض الدراسات السابقة يتم تقسيم تلال النمل الأبيض من ناحية الشكل والحجم الى ثلاثة أقسام رئيسية نفصلها فيما يلى[22]، شكل (14):

1- التلال المخروطية الصغيرة، وهى عادة أصغر من 2متر ارتفاعا.

2- التلال البرجية، وهى تتكون من جزء سفلى عبارة عن قبة أو مخروط ارتفاعه يتراوح مابين واحد متر الى عدة أمتار، وجزء علوى عبارة عن عمود رأسى يرتفع الى عدة أمتار.

3- القبة الكبيرة حيث يقترب القطر المتوسط لقاعدة القبة من عشرة أمتار.



شكل (14): الأشكال والتصنيفات المختلفة لتلال النمل الأبيض.

وبتحليل مقاسات التلال التى تم رفعها نجد أنها تنتمى الى التلال الصغيرة الحجم، حيث أن ارتفاع تلك التلال كان كالتالى: 2.25م و 2.00م و1.80م، ويقابل كل ارتفاع مقاس متوسط لقطر دائرى مقاس عند قاعدة التل كالتالى: 3.10م و 3.40م و 3.40 بالترتيب، شكل (15: أ- ج).

وقد لوحظ أن الفتحات الموجودة بجسم تلك التلال كثيرة وموزعة على كل الجسم المخروطى للتل، وهى تستخدم أساسا للتهوية، كما لوحظ أيضا قوة وصلابة السطح الخارجى لتلك التلال، وقد تم حساب تقريبى لكمية التربة المستخدمة لاقامة تلك التلال باستخدام المعادلة التالية [23]:

$V = \pi d^2 h/12, m^3$

When

"V" is the volume of the ant hill. (حجم تل النمل)

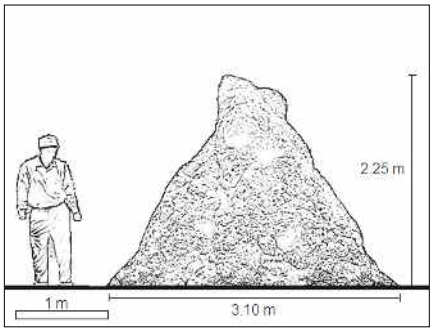
"d" is mean basal diameter of lower dome or cone.(القطر المتوسط لقاعدة التل)

"h" is the height of the hill. (ارتفاع التل)

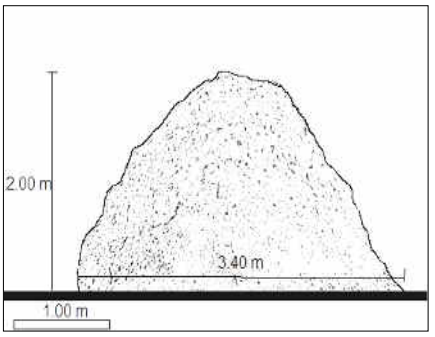
ويتضح بجدول رقم (1)، مقاسات كل تل وحجم التربة التى استخدمها النمل الأبيض لاقامته.

جدول (1): المعلومات الأساسية عن تلال النمل بالدراسة الميدانية (اعداد الباحث)

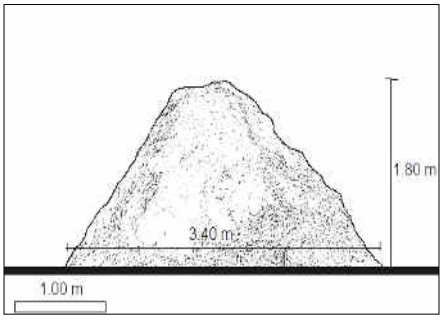
رقم التل	الارتفاع (م)	متوسط قطر القاعدة (م)	حجم التل (م3)
(1)	2.25	3.10	5.65
(2)	2.00	3.40	6.00
(3)	1.80	3.40	5.44



شكل (15- أ): واجهة وصورة للتل بارتفاع 2.25م وبقطر متوسط عند القاعدة 3.10م (رسم وتصوير الباحث)



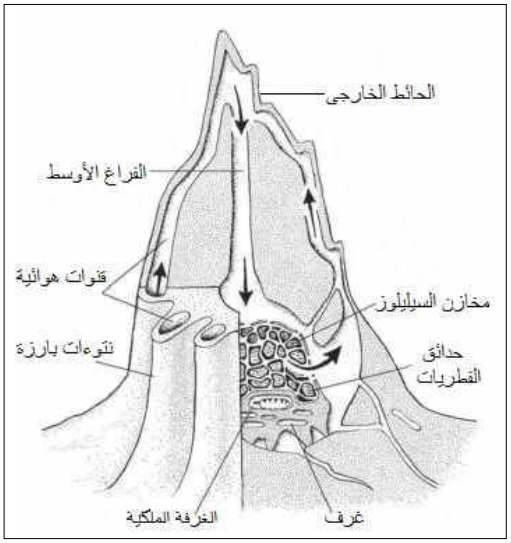
شكل (15- ب): واجهة وصورة للتل بارتفاع 2.00م وبقطر متوسط عند القاعدة 3.40م (رسم وتصوير الباحث)



شكل (15- ج): واجهة وصورة للتل بارتفاع 1.80م وبقطر متوسط عند القاعدة 3.40م (رسم وتصوير الباحث)

والنمل الأبيض لايعيش داخل جسم التل مباشرة، ولكن داخل منطقة العش الموجودة فى المنطقة السفلية للتل، فالتل الترابى هنا يعتبر ككتلة واقية من الظروف المناخية الخارجية وبخاصة الحرارة والاشعاع

الشمسى، ومن جانب آخر يحتوى على قنوات رأسية رئيسية أهمها الفراغ الرأسى الذى يتوسط التل من الداخل، أما العش نفسه فيتوسطه الحجرة الملكية وهى مكان اقامة وتزاوج ملكة النمل الأبيض، ويوجد أيضا غرف استزراع الفطريات وتخزين السليلوز المادة الأساسية لغذاء النمل الأبيض، شكل (16).

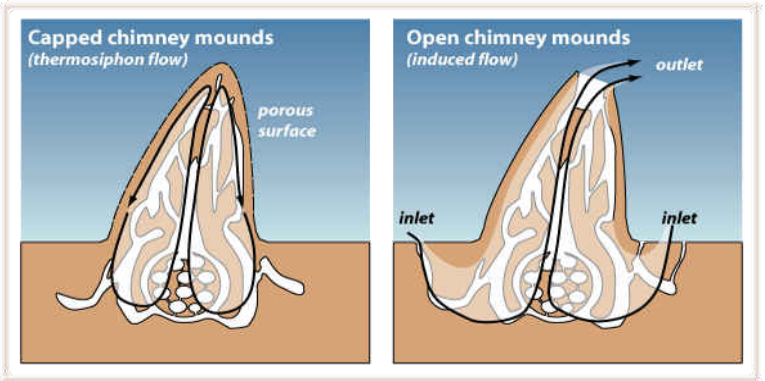


شكل (16): قطاع فى تل للنمل الأبيض يوضح مكوناته الأساسية.

لقد أوضحت بعض الدراسات على تلال النمل الأبيض بأنه توجد طريقتان لتهوية التل طبيعيا [24]، شكل (17):

1- الحالة الأولى "أسلوب تهوية السيفون الحرارى" Thermosiphon ventilation :
تكون الحرارة المتولدة داخل العش نتيجة عمليات التمثيل الغذائى، ثم ترتفع الى أعلى قمة التل فيتم فقد الحرارة الزائدة وثانى أوكسيد الكربون، ثم ينزل الهواء مرة أخرى لأسفل من خلال القنوات الدقيقة المحفورة فى التل نتيجة زيادة كثافة الهواء، وتستمر تلك الدورات بنفس الطريقة، وتلك الحالة توجد فى التلال التى ليس لها فتحة مدخنة مفتوحة أعلى التل.

2- الحالة الثانية "أسلوب الحث على التدفق أو تأثير المدخنة" Induced flow or stack effect:
وتحدث فى التلال التى تحتوى على فتحة مدخنة علوية بها ومتصلة بنفق يخترق جسم التل رأسيا نازلا الى أسفل، حيث يتم خروج الهواء من داخل التل الى الخارج من خلال تلك الفتحة العلوية، ويؤدى ذلك الى سحب هواء جديد من خلال فتحات صغيرة موجودة عند قاعدة التل السفلية.



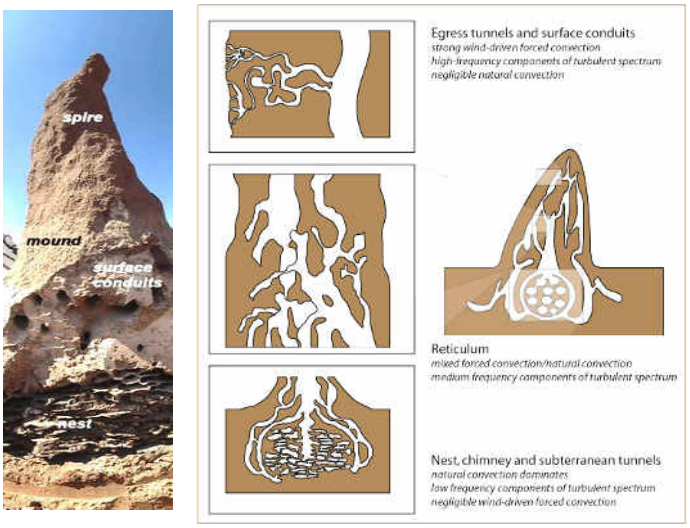
شكل (17): الطريقتان الأساسيتان لتهوية عش النمل الأبيض داخل التل.

JES, Assiut University, Faculty of Engineering, Vol. 42, No. 3, May 2014 , pp. 872– 886

ومن المشاهدات والملاحظات لتلال النمل الأبيض بموقع الدراسة الميدانية، نجد أنها تستخدم طريقة "السيفون الحرارى" لتهوية الأعشاش بداخلها، وذلك لأنه لاتوجد فتحة علوية بالتل ولكن توجد فتحات كثيرة وصغيرة تنتشر فى كل أجزاء التل المخروطى، شكل (18).

وهذه الفتحات المتواجدة على سطح التل تخترق الجدار الخارجى للتل بممرات ضيقة ملتوية، مكونة شبكه معقدة من الممرات والأنفاق الضيقة والتى تتصل مع بعضها البعض، وهذه الشبكة المعقدة من الممرات الضيقة جدا والملتوية تزيد من نفاذية جسم التل للمزيد من تخلل الهواء داخله، كما تساعد على عملية تبادل الغازات، شكل (19).

شكل (18): الفتحات المنتشرة على السطح الخارجى لاثنين من تلال النمل الأبيض من أجل التهوية الداخلية (تصوير الباحث).



شكل (19): الحوائط الخارجية والداخلية للتل يتخللها شبكة معقدة من قنوات ضيقة ملتوية.

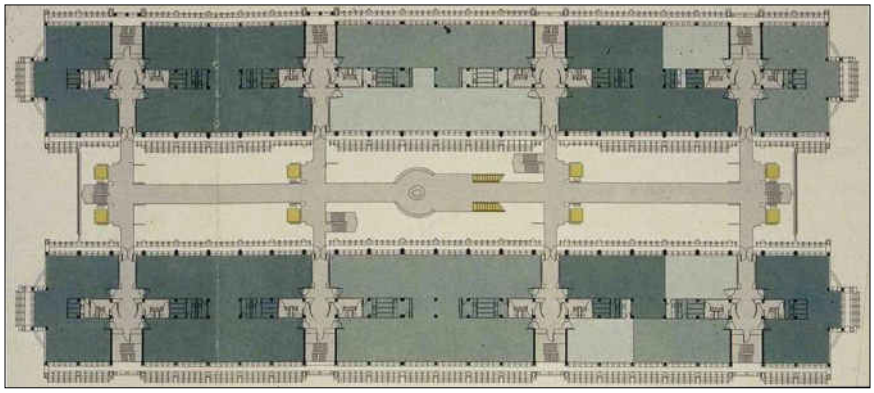
6. استلهام تصميم تلال النمل الأبيض فى العمارة المعاصرة

لقد تم استلهام أسلوب التهوية الطبيعى المستخدم فى تلال وأعشاش النمل الأبيض، فى تصميم أحد المبانى الادارية التجارية بزيمبابوى، حيث اعتمد المهندس المعماري "مايكل بيرس" في تصميمه لمركز "إيست جيت" (East gate Centre) في هراري على نفس الأسلوب.

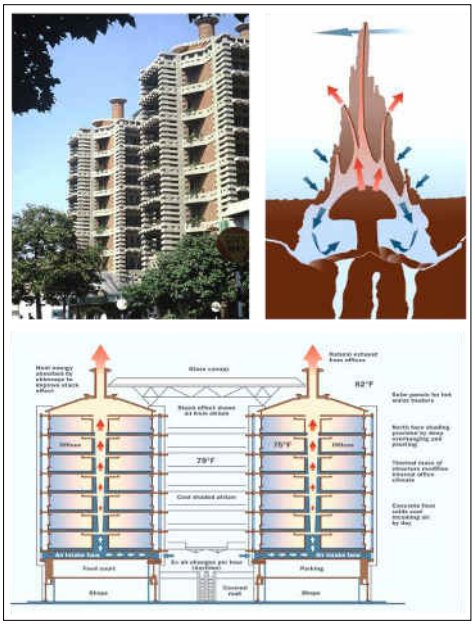
وكما هو الحال في أكمات النمل الأبيض، تتم تهوية مبنى إيست جيت وتبريده وتدفئته بالكامل باستخدام وسائل طبيعية، حيث يتكون المبنى من كتلتين مستطيلتين بارتفاع سبعة طوابق تطلان على فناء داخلي مغطى من أعلا

بالزجاج ، شكل (20- أ)، ويتم سحب الهواء الخارجي البارد إلى الداخل عبر العديد من مراوح الشفط، ثم يصعد الهواء الساخن الى أعلا بتأثير المدخنة stack effect، ويخرج عبر مداخن اسطوانية موجودة على سطح المبنى، شكل (20- ب)، فالمصمم استعمل نفس أسلوب تهوية تلال النمل والتى يتوسطها نفق رأسى مفتوح من أعلا.

أما بالنسبة للواجهات الخارجية للمبنى، فقد تم تصميمها بوجود بروزات وأسلحة خرسانية أفقية ذات عمق كبير لزيادة الظلال وكسر حدة أشعة الشمس، مع تكثيف وجود النباتات لتشكل حائطا نباتيا لكسر حدة أشعة الشمس وجلب المزيد من الظل والظلال، وهو نفس الأسلوب الموجود فى تلال النمل ذات الأسطح الخارجية الخشنة المتعرجة، والتى ينبت عليها فى بعض الحالات بعض الحشائش والنباتات، والتى تزيد من كمية الظلال وتكسر حدة الاشعاع الشمس[25].



شكل (20-أ): مسقط أفقى لمبنى "ايست جيت" بهرارى.



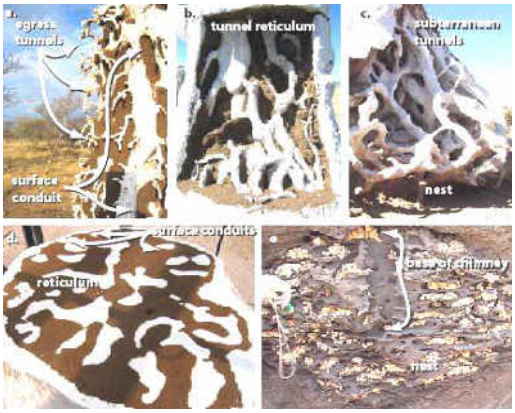
شكل (20-ب): احدى واجهات المبنى وقطاع رأسى، يوضح التشابه بين أساليب التهوية المستخدمه فى التصميم مع الأسلوب المستخدم فى تلال النمل الأبيض.

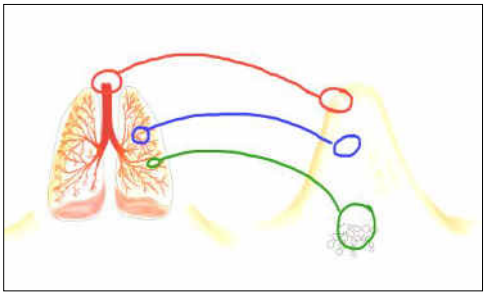
وفى دراسة حديثة أوضحت رؤية علمية لكيفية الاستفادة من أسلوب تهوية تلال النمل الأبيض فى تصميمات المبانى المعاصرة[26]، حيث أوضحت نتائج الدراسة أنه يوجد تشابه بين الشكل التشريحى لرئة الانسان ونفس الأداء الوظيفى لها، مع الأسلوب التصميمى لتلال النمل الأبيض، شكل (21-أ).

JES, Assiut University, Faculty of Engineering, Vol. 42, No. 3, May 2014 , pp. 872– 886

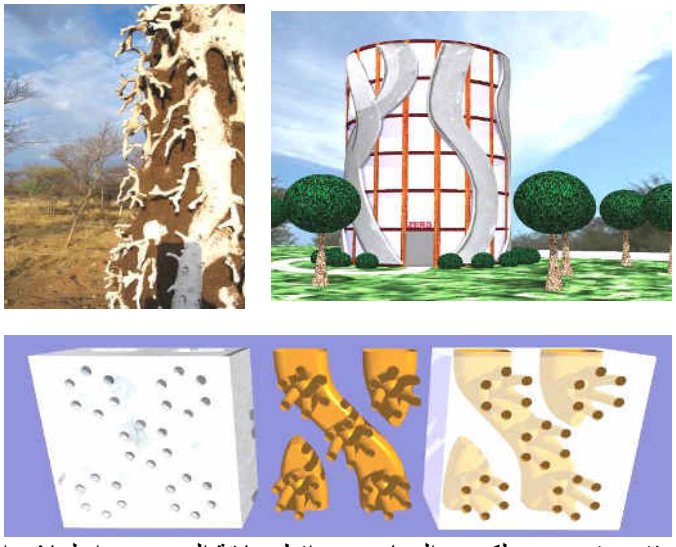
ففى حالة رئة الانسان يمر الهواء على مستويات متعددة من الشعيرات الدقيقة بدءا من القصبة الهوائية وانتهاءا بالحويصلات الهوائية، ليتم تنقيته من ثانى أكسيد الكربون واعادته محملا بالأكسجين اللازم لعمليات التمثيل الغذائى بالجسم، وفى حالة تلال النمل فان الهواء يمر على العديد من القنوات الهوائية الضيقة بدءا من سطح التل الخارجى وانتهاء بالقنوات الضيقة الموجودة فى العش الداخلى للنمل، وهذه العملية تعمل على تبريد الهواء والتخلص من ثانى أكسيد الكربون أيضا.

وعلى ذلك اقترحت الدراسة فكرة تصميمية لمبانى، يتم كسوة حوائطها الخارجية بتكسيات سابقة الصنع، بداخلها قنوات اسطوانية صغيرة متعددة الأقطار، تعمل على تبريد تلك الكسوات الخارجية بمرور الهواء داخلها، بنفس الأسلوب المستخدم فى تلال النمل، شكل (21- ب)، مما يعمل على تقليل وضبط درجات الحرارة داخل المبنى نفسه.





شكل (21- أ): التشابه بين عمل رئة الانسان وتلال النمل الأبيض لتنقية وتبريد الهواء.



شكل (21- ب): مقترح تصميمى لكسوة المبانى بحوائط سابقة الصنع، بداخلها قنوات اسطوانية متعددة الأقطار، تعمل على تبريد تلك الحوائط بمرور الهواء خلالها بنفس أسلوب تلال النمل الأبيض.

7. النتائج والخلاصة

لقد أوضحت الأبحاث الحديثة التى أجريت على مستعمرات النمل، أنه يمكن أن تغطى مساحات كبيرة، لدرجة أن أكبر مستعمرة للنمل تمتد لحوالى 6000 كم متصلة، خلال أربعة دول تقع فى جنوب أوروبا على ساحل البحر المتوسط.

إن الدراسات الحديثة التي أجريت على التركيب والتصميم الداخلى لأعشاش النمل، أوضحت احتوائها على طرق رئيسية وفرعية وغرف متعددة الشكل والحجم والموقع، وكذلك وجود وظائف متعددة لتلك الغرف مابين حدائق ومخازن وغرف للفضلات وغيرها، وكذلك تناسب عدد أفراد النمل مع حجم ومساحة كل عش.

كما أوضحت الدراسات والأبحاث الحديثة أيضا أن أشكال الغرف والأنفاق تتراوح مابين الشكل الكروى أو البيضاوى لكليهما، ومن المعروف من الناحية الهندسية أن الأشكال البيضاوية والدائرية المقطع والكروية تتحمل الضغوط أو الأحمال من فوقها أكثر من الغرف أو الأنفاق ذات الأسقف المستوية، ليتناسب مع وجوده تحت سطح الأرض الأرض، وعدم امكانية تحطيمه بسهوله.

كما تتخذ بعض أنواع النمل من نوع قاطعات الأشجار أساليب تهوية رائعة لتلك المساكن في الصيف، عن طريق وجود فتحات معينة بالتل الدائرى الذى يرتفع فوق سطح الأرض لحوالى 1م لدخول الهواء النقى والأكسجين، كما توجد فتحات أخرى بهذا التل لخروج الهواء الفاسد وثانى أكسيد الكربون، وفى فصل الشتاء يقوم النمل بسد أغلب تلك الفتحات لعدم الحاجة لتلك التهوية.

وفى نوع آخر من أعشاش النمل توجد غرفة كبيرة نسبيا حوالى 1م عرضا ومثلها طولا، تستخدم كغرفة شتوية فى أسفل نقطة بالعش تحت الأرض لتجنب الفترات البارده فى فصل الشتاء.

أما الدراسة الميدانية على موقع لتلال النمل الأبيض بأوغندا بالقرب من خط الاستواء، فقد أوضحت أن تلك التلال اما أنها مخروطية أو كروية الشكل من النوع الصغير الحجم، وأن سطحها الخارجى الخشن غير المستوى به الكثير من الفتحات التى تستخدم فى التهوية الداخلية لأعشاش النمل، فتحافظ على درجات الحرارة الداخلية بحيث تكون تقريبا ثابتة واقل من الجو الخارجى المحيط.

كما أوضح البحث امكانية استلهام العديد من الأفكار والحلول البيئية من تلال النمل الأبيض، عن طريق عرض نموذجين تصميمين، أحدهما نفذ بالفعل فى مدينة هرارى بزيمبابوى، يستلهم أسلوب تهوية تلال النمل عن طريق أسلوب تأثير المدخنة stack effect ، أما التصميم الثانى فيعرض فكرة مقترحة لتصميم الحوائط الخارجية للمبانى بحيث تحتوى على قنوات ضيقة، تسمح بمرور الهواء داخلها فتعمل على تبريدها، بنفس الأسلوب المطبق فى الحوائط الخارجية والداخلية لتلال النمل الأبيض.

ان المزيد من الدراسات والأبحاث على مستعمرات ومساكن الحشرات والحيوانات المقامة فى الطبيعة، وفهم الأساليب المستخدمة فى بنائها بحيث تتوافق مع بيئتها، يمكن أن يمنح أفكارا للمصممين لاستلهام المزيد من الأفكار التصميمية الصديقة للبيئة، والتى يمكن تطبيقها عند تصميم المبانى المعاصرة.

المراجع

[1] Michael Henry Hansell (2005). Animal architecture. Oxford University Press, pp. 1–2.

[2] يحيى وزيرى (2008). اعجاز القرآن الكريم فى العمران والبنيان. مكتبة عالم الكتب، القاهرة، ص 138 .

[3] رمضان مصري هلال (2003). جوانب من حياة النمل. مجلة الإعجاز العلمي، الهيئة العالمية للإعجاز العلمي في القرآن والسنة، جدة، ص30.

[4] Tsutsui ND et al. (2000). Reduced genetic variation and the success of an invasive species. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 79: 5948-5953.

[5] Giraud T et al. (2002). Evolution of supercolonies: The Argentina ants of Southern Europe. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 99: 6075-6079.

[6] Corin SE et al, (2007), Large-scale unicolonaliality: the population and colony structure of the invasive Argentina ant. In New Zeland. Insect Soc. 54: 275-282.

[7] Bjorkman BT et al. (2008). Absence of aggression but not nestmate recognition in an Australian population of the Argentina ant. Insect Soc. 55: 207-212.
[8] Buczkowski G et al.,(2004), The diminutive supercolony: the Argentina ants of the southeastern United States. Mol. Ecol. 13: 2235-2242.
[9] Sunamura E et al. (2007). Invasion of four of Argentina ant supercolony into Kobe Port Japan: their distributions and effects on indigenous ants. Sociobiology 50: 659-674.
[10] Heller NE (2004). Colony structure of the invasive Argentine ants in native and introduced populations. Insect Soc. 51: 378-386.
[11] Heller NE et al. (2008). Nest connectivity and colony structure in unicolonial Argentine ants. Insect Soc. 55: 397-403.
[12] Forti LC et al. (2004). Nest Architecture of Atta Laevigata. Studies on Neotropical Fauna and Enviroment, Vol. 39, No. 2, pp. 109-116.
[13] Moser J (2006). Complete excavation and mapping of a Texas leafcutting ant nest.
[14] Tschhinkel WR, (2005). The nest architecture of the ant, Camponotus socius. Journal of Insect Science Ibid.
[15] Tschhinkel WR, (2004). The nest architecture of the Florida harvester ant, Pogonomytmex badius. Journal of Insect Science 4: 1-19.
[16] Moser J (2006), pervious study.
[17] Forti LC et al (2004), pervious study.
[18] Kasimova R.G. et. al (2013). Optimal shape of an anthill dome: Bejan's constructal law revisited. Ecological Modelling, Volume 250, pp. 384–390.
[19] kleineidam C. et. al.(2001). Wind-indused ventilation of the giant nest of the leaf-cutting Atta vollenweidri. Naturwissenschaften 88: 301-305.
[20] (kleineidam C, Roces F.(2000). Carbon dioxide concentrations and nest ventilation in nests of leaf-cutting ant Atta vollenweidri. Insect Soc 47: 241-248.
[21] http://www.dumpr.net/sketch.php (Accessed on 20 January 2014).
[22] Toshikazu Tamura (1991). Termite's role in changing the surface of tropical lands (in Japanese with English abstract). Trans. Japan. Geomorph. Union,
[23] Toshikazu Tamura et. al (1990). Some data on geomorphology of Termite mounds in Tropical Africa. The science reports of the Tohoku University, 7TH Series (GEOGRAPHY), Vol. 40 No. 1, 21-36.
[24] Luscher, M. (1961). Air conditioned termite nests. Scientific American, 238, 138-145.
[25] Abigail Doan (2011). Biomimtic Architecture: Green building in Zimbabwe modeled after Termite mounds. Inhabital.
[26] Avilable in: http://inhabitat.com/building-modelled-on-termites-eastgate-centre-in-zimbabwe/) (Accessed on 25 January 2014).
[27] Turner J S, Soar, R C (2008). Beyond biomimicry: What Termites can tell us about realizing the living building. First International Conference on Industrialized, Intelligent Construction (I3CON) Loughborough University, 14-16 May 2008.

ENVIRONMENTAL DESIGN IN NATURE COLONIES AND SHELTERS OF ANTS AS AN EXAMPLE

ABSTRACT

Many animals and insects show great cleverness in building their nests and habitats, in a manner which is taking into account environmental and climatic factors. Such as good ventilation and adjust the temperature and humidity inside the shelter, besides durability of construction itself.

The studies and researches conducted on the shelters of animals and insects design are few. Therefore, the objective of this study is to shed light on designing of colonies and nests of ants, to find out how the ants build nests remain strong for a long time. Also, to know the methods those are used to ventilate and regulate temperatures within those nests.

The study is divided into two main parts: The first, theoretical and analytical sheds light on the most important results of previous studies performed on the nests of ants, which are digging beneath the surface of the earth. The second is a field study of a termite valley near the equator, Uganda.

Keywords: environmental design, colonies and nests of ants, termites, Uganda.