المحاضرة الأولى

ما هو علم البيئة؟

What is ecology?

د. نضال حسن

ماذا يأكل هذا؟

What does that eat?

كان هذا السؤال يتكرر دائماً على لسان طفل صغير ذي ثلاث سنوات، كان منبهراً جداً بمظاهر الحياة من حوله، مما جعله يطرح هذا السؤال بخصوص أي حيوان يصادفه في مجال رؤيته. وعلى الرغم من أنه سؤال متكرر على نحو محبط بالنسبة إلى للأب الذي كان يتمنى أن يغرس المزيد من الإبداع في ذهن ابنه الصغير، فإن هذا السؤال البسيط هو جوهر علم البيئة.

يتطرّق علم البيئة إلى كيفية تفاعل الكائنات الحية بعضها مع بعض ومع بيئتها. ويشمل هذا المفهوم ما تأكله هذه الكائنات وما يأكلها. فالمفترسات والفرائس، والنباتات والطفيليات والعوامل الممرِضة، جميعها يمتلك استراتيجيات مختلفة للاحتفاظ بالطعام من أجل الحصول على الطاقة اللازمة للبقاء على قيد الحياة والتكاثر. وتسفر هذه الاستراتيجيات إلى ظهور أنماط ونماذج مختلفة من الحياة في الطبيعة، الشكل (1).

وعلم البيئة، في جوهره الأساسي، هو علم يسعى إلى **فهم العمليات الحيوية التي تحدّد أنماط الحياة المختلفة داخل العالم الطبيعي.**

الشكل (1): ظهور الأنماط نتيجة التفاعلات البيئية. ففي ناميبيا، يعتقد أن « دوائر الجن » كما تسمى هناك والمكونة من تربة جرداء محاطة بالنباتات تتكوّن بفعل مجموعة من النمل الأبيض التي تزيل النباتات من حول أعشاشها، وكذلك بسبب تنافس النباتات من أجل الحصول على الماء.

في إحدى المروجِ الشاسعة التي ترتادها الأرانب كثيراً في فصل الصيف. أحبّ بعض الأولاد مطاردة هذه الأرانب، رغم عدم جدوى محاولاتهم. ولكنهم توقفوا فجأةً عن المطاردة عندما لمحوا ثعلباً يتسلّل خفيةً على أطراف الغابة. كانت مشاهدة الثعلب شيئاً نادراً أثار بعض القلق في نفوس الأولاد. لقد كانوا على دراية وعلم بأن الثعالب تأكل الأرانب، لكنهم تساءلوا - بما أنهم يشاهدون الكثير من الأرانب - لماذا لا يشاهدون المزيد من الثعالب؟

لقد شكّل التفسير القائل بأن الثعالب بحاجةٍ إلى عدد كبير جداً من الأرانب لكي تكوّن جماعة قانوناً أساسياً في علم البيئة، **ينصّ على أن الكتلة الحيوية المتاحة، أو كتلة الكائنات الحية، تتناقص عندما ننتقل إلى مستوى أعلى عبر السلسلة الغذائية، بداية من النباتات، وصولاً إلى الحيوانات العاشبة التي تتغذّى على النباتات، والمفترِسات التي تتغذّى على الحيوانات العاشبة. وقدرة الحيوانات المستهلكة على بناء كتلة حيوية مرهونة بقدرتها على الحصول على الغذاء، ومدى فاعليتها في تحويل الطاقة الغذائية إلى كتلة حيوية. ولهذا السبب تقلّ أعداد الثعالب كثيراً عن أعداد الأرانب**.

لم تكن الأرانب تتوافر بمثل هذه الأعداد الغفيرة في فصل الصيف من كل عام. ففي بعض السنوات، كانت الأرانب نادرة الظهور. وبدأ الأولاد يلاحظون تقلّبات مماثلة في أعداد فئران الحقل وثمار البلوط، وثمار التفاح من عامٍ إلى آخر. ففي بعض السنوات، كانت هناك وفرة في ثمار التفاح ببستان التفاح الصغير ضمن المرج. وفي سنوات أخرى، كان عدد الثمار قليلاً جداً. في ذلك الوقت، كان الأولاد يطرحون أسئلة تتعلق بتقلبات الموارد وديناميكيات الجماعات من حيث لا يدرون. فلماذا يحطّ النحل على زهور التفاح؟ وما الذي تفعله الديدان؟ ولماذا تخرج القنافذ في الليل فقط؟ ولماذا تزهر وتثمر أشجار التفاح؟ **وهذه الأسئلة جمعها ما هي إلا أسئلة بيئية.**

ما هو علم البيئة؟

What is ecology?

يتطرق علم البيئة Ecology، بوصفه تخصّصاً علمياً، **إلى التفاعلات بين الكائنات الحية وبيئتها. ويسعى إلى وصف هذه الأنماط (الأشكال) من التفاعلات، وفهم العمليات التي تؤدي إلى ظهورها.**

عادة ما يكون من السهل وصف الأنماط الموجودة في الطبيعة. فمثلًا، من المعروف أن عدد الأنواع يتزايد كلما انتقلنا من المناطق القطبية إلى المناطق الاستوائية. أما فهم أسباب ظهور هذه الأنماط، فهو أكثر صعوبة.

بعض النظريات يسعى إلى ربط غزارة (ثراء) الأنواع بـ:

- **البيئة اللاحيوية (اللاأحيائية) Abiotic environment.**
- **توافر مصادر الطاقة.**
- **درجة الحرارة المناسبة.**
- **هطولات مطرية كافية.**

وتركّز نظريات أخرى على:

- **التفاعلات الحيوية (الأحيائية) التي تعزّز التعايش المشترك بين الأنواع.** فربما تنتشر الأمراض بين الأنواع الأكثر شيوعاً أو **تهاجمها الحيوانات المفترسة** بشكل غير متكافئ، أو ربما تحظى الأنواع النادرة

باستراتيجيات وأساليب حياتية خاصة تضمن استمرار وجودها في بيئة مكتظة وتنافسية. في كلتا الحالتين، عادة ما يتم دعم الأنواع النادرة ومساندتها.

يرتبط علم البيئة ارتباطاً وثيقاً بعلم التطور، فالنتائج البيئية هي بالأساس عمليات تطوّرية في الزمن الحقيقي. واستمرار وجود نوع ما هو نتاج الطريقة التي يتفاعل بها أفراد هذا النوع مع أفراد نوع آخر، ومع البيئة من حولهم. وإذا أردنا أن نشبه ذلك بعالم المسرح، **فالبيئة هي خشبة المسرح التي تجري عليها التفاعلات تدريجياً. والانتخاب الطبيعي هو مخرج هذه المسرحية التطوّرية. وعلم البيئة هو العرض المسرحي**.

بداية علم البيئة (لمحة تاريخية)

The dawn of ecology

لطالما انجذب الناس — على مرِّ التاريخ — إلى آليات عمل الطبيعة، واعتمدوا على ثقافة ثرية من التاريخ الطبيعي الوصفي للارتباط بالبيئة من حولهم. ووصف **تشارلز إلتون Charles Elton**، أحد أبرز علماء البيئة في العصر الحديث، علم البيئة بأنه «**اسم جديد لموضوع قديم جداً، إنه يعني ببساطةٍ التاريخ الطبيعي العلمي**».

علم البيئة الكلاسيكي (التقليدي)

Classical ecology

يُقال إن **هيرودوت Herodotus**، الذي توفي نحو عام 425 قبل الميلاد BC، هو أبو التاريخ، ولكنه كان مؤرّخاً طبيعياً شغوفاً أيضاً. فقد لاحظ هيرودوت كيف **تسمح تماسيح النيل للطيور بأن تقتات على الكائنات الطُّفيلية من داخل فكوكها** المفتوحة دون أن تتضرّر، في تفاعلٍ نافع لكِلا النوعَين نُطلق عليه اليوم **التقايض (تبادل المنفعة) Mutualism**، الشكل (1).

الشكل (1): يقف هذا الطائر داخل فك التمساح دون خوف ليلتقط غذائه من الطفيليات أو حتى بقايا الطعام العالقة بين أسنان التمساح.

وفيما بعد، نحو عام 380 قبل الميلاد BC، **انتقد أفلاطون Plato فقدان الغابات** وما ترتّب عليه من تآكل التربة في منطقة أتيكا Attica، مما أضفى جانبا بيئيا على هذه العمليات.

تعود أولى البدايات الحقيقية للفكر البيئي، في أوروبا على الأقل، إلى **ثيوفراستوس Theophrastus**، أحد تلاميذ أرسطو. بل إن **أرسطو Aristotle** نفسه أدلى بآراء كانت بمنزلة تمهيد لظهور علم البيئة، **يبيّن فيها العلاقة بين الحيوانات وبيئاتها.**

طوّر ثيوفراستوس تفسيراً بيئياً أكثر استيفاءً وشمولاً للنباتات في كتابيه «أحوال النبات *De causis plantarum*» و «تاريخ النبات *De historia plantarum*».

وقد **بيّن ثيوفراستوس في دراساته ما يأتي:**

- إن النباتات لا تنمو وتزدهر إلا في **الأماكن المناسبة لصفاتها وسماتها الجوهرية الأساسية** (يشار إليها اليوم بصفاتها التي تتحدّد وفقاً لمورثاتها أو جيناتها). وهذا يوافق المفهوم البيئي الحديث المتمثل بالعش (المكمن) البيئي Niche.
- إن النباتات **تتكيّف مع مختلف الظروف** كالجفاف والرطوبة والملوحة ونوع التربة.
- يخضع نمو الأنواع المختلفة من النباتات وازدهارها إلى التفاعلات بين البيئة والخصائص المتأصلة في النباتات.
- إن بعض النباتات تنمو في **مجال ضيّق من الظروف المناسبة**، وبالتالي تحظى بانتشار ضيّق. وبعض الأشجار فقط قادرة على النمو في الجبال، ولكن ثيوفراستوس أدرك أيضاً أنه حتى على الجبال يكون هناك اختلاف في أنواع الأنواع وأشكالها، حسب الظروف المكانية.
- **علاقة التنافس:** إن الأشجار التي ينمو بعضها بالقرب من بعض تتنافس على الماء والضوء ومن ثم تصبح طويلة وهزيلة، بينما الأشجار الموجودة في ظروفٍ أفضل ليست كذلك.
- **علاقة تبادل المنفعة:** كيف تدفن بعض أنواع الطيور البذور في التربة أو تنقلها إلى مكان آخر لتنبت فيما بعد.
- **التدهور البيئي** بسبب الإفراط في استغلال الأراضي والغابات.
- **إدارة الأراضي والغابات** من خلال الحد من قطع الأشجار من أجل الحصول على أخشابها.

وبغض النظر عن تقديم أول نص بيئي نعتمد عليه، يمكننا على نحو مشروع **أن ننسب إلى ثيوفراستوس كلمة Ecology باللغة الإنجليزية**. فاستخدامه للكلمة اليونانية Oikeios وهي الصفة من كلمة Oikos وتعني منزلًا قدم لنا الجذر للكلمة الإنجليزية التي صاغها إرنست هيكل Ernst Haeckel في القرن التاسع عشر، الذي كان على دراية بأعمال ثيوفراستوس بالتأكيد؛ نظراً لشغفه بالاطلاع على الأدبيات الكلاسيكية.

علم البيئة المنهجي

Systematic ecology

في القرن السابع عشر، نحّى **جون راي John Ray** جانباً الخرافات والأساطير التي كانت سائدة جانباً ليستغل قدرته القوية على الملاحظة لشرح آلية عمل الطبيعة، وذكر في كتابه بعنوان « دليل النباتات النامية حول كمبريدج A catalogue of plants that grow around Cambridge » الذي نشر عام 1660 **الموائل (الأماكن الطبيعية التي تعيش فيها الأنواع) الخاصة بـ 558 نوعاً من النباتات**، بما فيها المستنقعات والغابات والمروج وضفاف الأنهار، وشمل هذا الكتاب ملاحظات حول خصائصها البيولوجية.

أثرت أعمال جون راي John Ray بشكل مباشر على **كارل لينيوس Carl Linnaeus**، الذي قدّم كتابه بعنوان «نظام الطبيعة *Systema naturae* » عام 1735 مطلقاً **نظام التسمية المكون من جزأين لجميع الكائنات الحية** الذي نستخدمه حتى اليوم. يقوم هذا النظام على تصنيف الأنواع إلى جنس ونوع، ويسميها وفقاً لذلك.

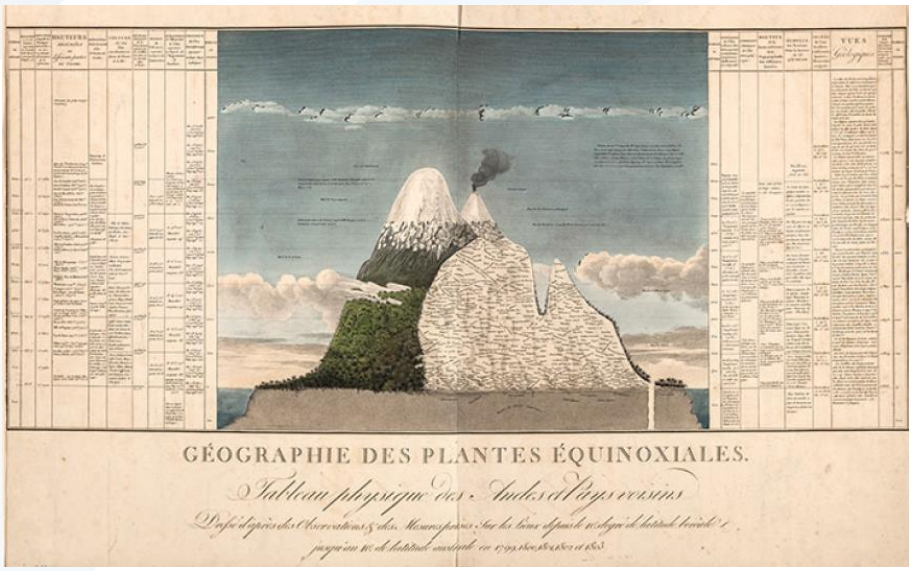
الصورة الطبيعية عند هومبولت

Humboldt's physical picture

كان لظهور الرحلات الاستكشافية العلمية العالمية في أواخر القرن الثامن عشر الأثر الكبير والمهم في ولادة ونشوء علم البيئة. فقد تقدمت العلوم الغربية من خلال الرحلات الكثيرة - التي خصتها الدول برعايتها - إلى مناطق نائية حول العالم، بالإضافة إلى رحلات المستكشفين الفرديين المغامرين، وذلك من خلال جمع العينات وكتابة الملاحظات والأفكار.

كان **ألكسندر فون هومبولت Alexander von Humboldt** من أوائل مَن قيَّموا العلاقة بين الكائنات الحية وبيئتها في علم جغرافيا النباتات الذي تخصّص فيه. ووصف كتابه « مقال عن جغرافيا النباتات Essay on the Geography of Plants» المنشور عام 1807، **توزيع الحيوانات والنباتات حسب الظروف الطبيعية الخاصة بدرجات الحرارة، والارتفاع، والرطوبة، والضغط الجوي**.

وفي نهاية هذا الكتاب توجد مطوية كبيرة لـ « **صورة طبيعية لجبال الأنديز Andes والدول المجاورة** » تجسد توزيعات الأنواع عبر قطاع من أمريكا الجنوبية، وتعد **أول وصف واقعي لأنماط توزيعات الأنواع حسب الخصائص الفيزيائية الحيوية biophysical لجغرافيا المكان**، الشكل (2).



الشكل (2): الصورة الطبيعية، التي وضعها هومبولت لجبال الأنديز والدول المجاورة.

استلهم **تشارلز داروين Charles Darwin** من علم هومبولت ومن حس المغامرة لديه، كذلك تأثّر داروين كثيراً بكتابات **مالتوس Malthus** (1798) عن النمو السكاني لدى البشر. فقد افترض مالتوس أن **النمو المتسارع للسكان من شأنه أن يستنفد الموارد سريعاً**، الأمر الذي من شأنه أن **يثير المنافسة بين الأفراد** وهي الفكرة الكامنة في صميم نظرية داروين عن **الانتخاب الطبيعي Natural selection**.

المجتمعات البيئية

Ecological communities

أدرك **إرنست هيكل Ernst Haeckel**، بعدما فهمه لرسالة داروين الأساسية، ضرورة دراسة الشبكة المتداخلة من العلاقات بين الكائنات الحية والبيئات الطبيعية والأحيائية، وذلك لمعرفة أسباب نجاح هذه الكائنات في عيشها.

في عام 1866 افترض هيكل تخصّصين فرعيّين لعلم التطور هما علم البيئة (*Oecologie*) ecology والجغرافيا الحيوية (*Chorologie*) biogeography. وخلال محاضرته الافتتاحية بجامعة يينًا Jena الألمانية عام 1869، **قدّم هيكل تعريفاً لعلم البيئة يقول فيه « نقصد بعلم البيئة مجموعة المعلومات المتعلقة باقتصاد الطبيعة؛ أي اكتشاف ودراسة كل علاقات الحيوانات مع بيئاتها العضوية وغير العضوية »**.

في عام 1885 جاء **الظهور الأول لمصطلح علم البيئة** ضمن عنوان كتاب **لهانس رايتر Hanns Reiter** وهو « التركيب الفيزيولوجية كمحاولة ضمن علم بيئة النباتات A Physiognomic Synthesis as an Attempt for an Ecology of Plants ».

في النصف الأول من القرن العشرين، هيمنت **نظرية الذروة Climax theory** التي وضعها **كليمنتس Clements**، عن تطور المجتمع النباتي، على الفكر البيئي، وقدّم كليمنتس **فكرة التعاقب Succession** البيئي للمجتمعات النباتية حتى الوصول إلى حالة الذروة المستقرة، وكان كتابه بعنوان « التعاقب النباتي Plant Succession » عام 1916.

فكر الأنظمة

Systems thinking

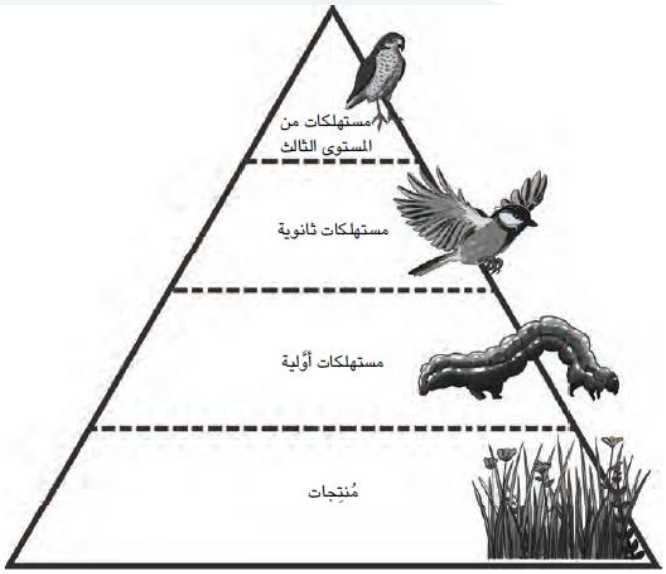
كان **إسهام آرثر تانسلي Arthur Tansley العظيم** في عام 1935 عندما وضع مفهوم **النظام البيئي Ecosystem**؛ حيث قال تانسلي أنه لا ينبغي التعامل مع الكائنات الحية بمعزل عن البيئة، وإنما يجب اعتبارهما نظاماً طبيعياً واحداً أو نظاماً بيئياً.

علم البيئة الحيواني والعش البيئي عند إلتون

Animal ecology and Elton's niche

في حين أنّ كماً كبيراً من علم البيئة المبكر قد نشأ من دراسة الجماعات والمجتمعات النباتية وتوزيعاتها، كان علم البيئة الحيواني يسلك مساراً مختلفاً وموازياً بعض الشيء؛ حيث يعود الفضل بتطور علم البيئة الحيواني المبكر إلى **تشارلز إلتون Charles Elton** الذي نشر كتابه عام 1927 بعنوان **« علم البيئة الحيوانية Animal Ecology »** والذي وضّح فيه كيف أن عدداً قليلاً من المبادئ يتحكم في بنية الجماعات والمجتمعات الحيوانية؛ إذ شمل ذلك ترتيبها ضمن سلاسل غذائية تأخذ شكل **هرم الأعداد؛ حيث تدعم الكتلة الحيوية الكبيرة من النباتات كتلة حيوية أصغر من الحيوانات العاشبة، التي بدورها تدعم كتلاً أصغر من الحيوانات المفترسة**، الشكل (3).

كما قدّم كتاب إلتون مفهوم **العش (المكمن) البيئي Niche**، باعتباره نمط حياة الكائن حي؛ **أي الظروف والموارد الخاصة (الموطن، والغذاء، مقاومة عوامل الوسط، العلاقة مع الأنواع المنافسة أو الأعداء) التي يتكيف وفقاً لها نوع ما، لكي يستطيع أن ينمو ويتكاثر**.



الشكل (3): الهرم الغذائي، ممثلاً بانتقال الطاقة من النباتات، إلى الحيوانات العاشبة والحيوانات المفترسة. ينتقل نحو 10 في المائة من الطاقة المتاحة عند مستوًى ما إلى المستوى التالي، مما يسفر عن تراجع الأعداد الوفيرة أو الكتلة الحيوية عند المستويات الغذائية الأعلى.

مفهوم البيئة

Environment concept

تعرّف البيئة كما أُقر في مؤتمر **«استوكهولم»** عام 1972 (**يحتفل بيوم البيئة العالمي WED في 5 حزيران من كل عام**) :

«البيئة هي مجموعة من النظم الطبيعية والاجتماعية والثقافية التي يعيش فيها الإنسان والكائنات الأخرى، والتي يستمدون منها زادهم، ويؤدون فيها نشاطهم». وهذا المفهوم كما هو واضح، يشمل الموارد والمنتجات الطبيعية والاصطناعية التي تؤمن إشباع حاجات الإنسان. ولكن ما هي مكونات كل من البيئة الطبيعية والبيئة الاجتماعية ؟

تتكون **«البيئة الطبيعية»** من أربعة نظم، يرتبط بعضها ببعض ارتباطاً وثيقاً وهي:

1. **الغلاف الجوي.**
2. **الغلاف المائي.**
3. **الغلاف الصخري.**
4. **الغلاف الحيوي.**

وهذه المجموعة من العناصر الطبيعية تسعى دوماً إلى **تحقيق حالة من التوازن عبر تغيرها المستمر**. لكن النشاط البشري يؤثر تأثيراً كبيراً في معدل هذا التغير وكيفيته، إيجاباً أو سلباً.

أما **«البيئة الاجتماعية» فتشمل الجماعات البشرية والبنى الأساسية المادية التي أقامها الإنسان، وعلاقات الإنتاج، والنظم المؤسساتية التي وضعها**. وتدل البيئة الاجتماعية على كيفية تنظيم المجتمعات البشرية، وسير الأمور فيها، للوفاء في المقام الأول بالحاجات من الغذاء والمأوى والصحة والتعليم والعمل.

وحين تُشبع في بعض المجتمعات هذه الحاجات الأساسية، يسعى الإنسان إلى أهداف أكثر طموحاً، **وقد سعى الإنسان مستفيداً من خبرته ومن الدروس المستمدة من العلم، ومن الوسائل التي تهيؤها له التقانة (التكنولوجيا)** ومدفوعاً برغبته إلى التقدم وإلى التجديد، إلى المزيد من التفتح عن طريقين هما: **الثراء الفكري الثقافي**، من جهة، **والرفاه المادي** من ناحية أخرى. ونتيجة للمغالاة في هذين الأمرين فقد ظهرت المشكلات البيئية في المجتمع المعاصر.

علم البيئة الثقافي

Cultural ecology

إن تطبيق الفكر البيئي على المجتمعات البشرية يقدِّم رؤى ونظريات حول العادات أو المعايير الواجب اتباعها أو اعتمادها، بالإضافة إلى الأمور الواجب تجنبها. **ويذهب علم البيئة الثقافي إلى أن البيئة الطبيعية تساهم إلى حدّ كبير في الثقافة المجتمعية والتنظيم المجتمعي**؛ حيث بيّن عالِم الأنثروبولوجيا Anthropologist (الأنثروبولوجيا: علم يختص بدراسات المجتمعات والثقافات البشرية وتطويرها) **جوليان ستيوارد Julian Steward أن البيئة تؤثر على الثقافة البشرية، ولكن لا تُحددها**، من خلال دراسته على أحد شعوب أمريكا الشمالية وكيف مكّنتهم الاستراتيجيات الثقافية المعقدة من العيش في بيئة صحراوية من خلال معرفتهم التفصيلية بالتغيرات الفصلية والموسمية التي تطرأ على الموارد المتنوعة مثل الصنوبر والأعشاب والتوت والغزلان والأيائل والأغنام والظباء، هذه المعرفة شكّلت ثقافه خاصة بهذا الشعب أثرت بدورها على تفاعلاتهم الاجتماعية ومعتقداتهم وعاداتهم.

انتهت المحاضرة .... بالتوفيق للجميع