مجلة العلوم الهندسية
وتكنولوجيا المعلومات
العدد الثالث – المجلد الأول
سبتمبر ٢٠١٧
ISSN: 2518-5780

المجلة العربية للعلوم و نشر الأبحاث
Arab Journal of Sciences & Research Publishing
AJSRP

دراسة ديناميكية المجموعات الحرجية الطبيعية للأرز اللبناني Cedrus libani A. Richard في سورية

عبير أحمد إبراهيم
قسم الحراج والبيئة – كلية الهندسة الزراعية - جامعة تشرين

الملخص: تهدف هذه الدراسة إلى تقييم ديناميكية المجموعات الحرجية للأرز اللبناني **Cedrus libani A. Richard** في مناطق انتشارها الطبيعية الوحيدة في صلنفة وجوبة برغال - سورية. تم تقييم التغير المكاني والزماني لمجموعات الأرز اللبناني الطبيعية خلال الفترة ١٩٨٤-٢٠١١ ووضعها الصحي خلال الفترة ١٩٨٤-٢٠١٤ باستخدام تقانة الاستشعار عن بعد ونظام المعلومات الجغرافية ((**GIS.**اُستخدمت صورة فضائية عالية الدقة **Rapid Eye** عام ٢٠١١ و١٧ صورة فضائية **Landsat** مختلفة المستشعرات **Landsat_4, 5, 8** ومؤشر الاختلاف النباتي القياسي (**NDVI**)خلال الفترة ١٩٨٤-٢٠١٤، وصورة فضائية **Google Earth** عالية الدقة (٢ م). تمّ تحديد اتجاه ومقدار تغير مؤشر الـ **NDVI** لعينات الأرز اللبناني المدروسة خلال أعوام الدراسة باستخدام اختبار تحليل التباين **ANOVA** في البرنامج الإحصائي **SPSS.**بينت النتائج انخفاض واضح في المساحة التي يشغلها الأرز اللبناني في كلٍّ من صلنفة وجوبة برغال في عام ٢٠١١ مقارنةً بـعام ١٩٨٤. أظهرت النتائج اتجاه متزايداً معنوياً لمؤشر الـ **NDVI** لمجموعات الأرز اللبناني الطبيعية خلال الفترة ١٩٨٤-٢٠١٤؛ مما يعكس الوضع الصحي الجيد لمجموعات الأرز اللبناني الطبيعية في سورية.

الكلمات المفتاحية: الأرز اللبناني، ديناميكية المجموعات الحرجية، تقانة الاستشعار عن بعد، نظم المعلومات الجغرافية، سورية (صلنفة، جوبة برغال).

١. المقدمة

ينحصر الأرز اللبناني *Cedrus libani* A. Richard في المنطقة الشرقية من حوض البحر الأبيض المتوسط مشكلاً في الماضي غابات واسعة في سورية ولبنان وتركيا؛ والتي كانت مصدراً مهماً للخشب للحضارات البشرية المتعاقبة (Loffet, 2004). أما الآن فهو لا يشكل فيها سوى مجموعات حرجية صغيرة نتيجةً للاستغلال البشري المكثف الذي تعرضت له غاباته خلال الخمس آلاف سنة الماضية والمتمثل بشكل أساسي بـ (القطع الجائر، الحرائق، رعي الماعز) (Boydak, 2003). تُعدّ هذه المجموعات معزولة وراثياً عن بعضها البعض منذ الدور الجليدي الرابع الأخير (Fady *et al.*, 2008)؛ لتصبح مهددة بالانقراض منذ القرن التاسع عشر. يُصنف الأرز اللبناني حسب الاتحاد الدولي لصون الطبيعة IUCN (International Union for Conservation of Nature) في قائمة الأنواع على وشك التهديد (LR / nt :Lower Risk and Near Threatened) (IUCN, 2000)، وحسب السجلات الوطنية في سورية ولبنان فهو من الأنواع المهددة أو على طريق الانقراض (Khouzami *et al.*, 1996). مما يستدعي ضرورة اتخاذ كل الإجراءات اللازمة لحماية غابات الأرز اللبناني الطبيعية من جهة مع ضرورة تأهيل نظمها البيئية الحراجية المتدهورة من جهة أخرى. وهذا يتطلب ملاحظة ومراقبة هذه الغابات وتوفر المعلومات حول تباين ظروف نموها مع الزمن والعوامل المؤثرة في ذلك؛ لتكون حجر الأساس في إدارة حراجية سليمة قادرة على اتخاذ القرارات المناسبة لتطويرها ولمنع تدهورها دون أي تأخير.

أهمية البحث وأهدافه

تُعدّ دراسة وفهم الوضع الراهن للمجموعات الحرجية الطبيعية المتبقية من غابة الأرز اللبناني والعوامل المؤثرة في ديناميكيتها السابقة (بنية، تركيب، و النشاط الفيزيولوجي للغطاء الحراجي ..إلخ) واستجابتها للتباينات البيئية؛ حجر الأساس في إدارة حراجية سليمة لغابة الأرز اللبناني والتي تسمح بالمحافظة على مجموعاتها الحرجية المتبقية من جهة وتزيد من مقدرتها على مواجهة التغيرات المناخية المتوقعة من جهة أخرى وذلك من خلال صون مخزونها الوراثي وتحسين بنيتها الحراجية وزيادة فرص تجددها الطبيعي...إلخ.

و يهدف هذا البحث إلى:

١- تحديد منطقة انتشار الأرز اللبناني الطبيعية في سورية (صلنفة، وجوبة برغال) بدقة عالية وعزله عن الأغطية الأرضية الأخرى.

٢ – تحديد مساحات الأغطية الأرضية الرئيسة في غابة الأرز اللبناني الطبيعية في عام ٢٠١١ ومقارنتها مع مساحاتها في عام ١٩٨٤.

٣- تحديد الاتجاه العام لتغيرات الوضع الصحي (الحيوية) لمجموعات الأرز اللبناني الطبيعية في صلنفة وجوبة برغال خلال الفترة ١٩٨٤- ٢٠١٤، وذلك في ظل التغيرات الطارئة على بيئتها المحلية.

الدراسة المرجعية

يعدّ الأرز اللبناني نوعاً حراجياً مميزاً من المنظور التاريخي، الثقافي، الجمالي، الحيوي و الاقتصادي. إذ تشير السجلات التاريخية إلى الغابات الممتدة والجذابة للأرز اللبناني في لبنان، سورية، وأناضوليا Anatolia (أسيا الصغرى). غير أن القطع المكثف لغابات الأرز اللبناني من أجل الحصول على خشبه المميز خلال العصور الزمنية المتعاقبة؛ أدت إلى تحول هذه الغابات الواسعة إلى مجموعات حرجية متدهورة محدودة المساحة متناثرة في مناطق انتشارها الطبيعية (Sevim, 1955; Boydak, 2003). أما في سورية، ونتيجةً للاستغلال البشري لغابات الأرز اللبناني خلال فترة طويلة من الزمن؛ فقد أصبحت مجموعات الأرز اللبناني الطبيعية مقيدة بشدة في القسم الشمالي من الجبال الساحلية (FAO, 1986; Khuri *et al.*, 2000). مما جعل إعلان هذه المجموعات الطبيعية كمحمية ضرورة ملحة، حيث صدر قرار عن وزير الزراعة برقم /19/ بتاريخ 22 / 6 / 1996؛ يعتبر غابتي الأرز اللبناني والشوح الكيليكي *Abies cilicica* carr (Ant. & Ky) في جبال اللاذقية وبمساحة 1350هكتار محمية بيئية طبيعية حراجية وقد منع هذا القرار كل النشاطات البشرية الزراعية، إنشاء الأبنية، رعي المواشي، الاستغلال الجائر، واقتصر السماح على أغراض البحث العلمي (وزارة الدولة لشؤون البيئة، 1998).

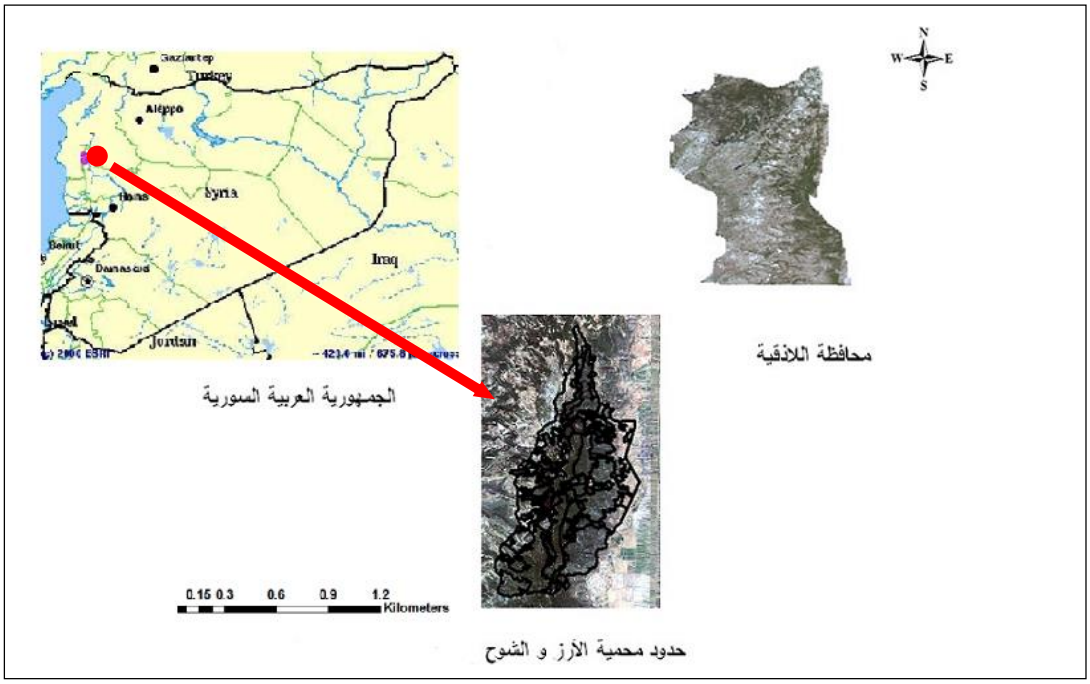
يعاني الأرز اللبناني في سورية ولبنان من تدهور كبير فقد تراجعت غاباته واختلطت مع أنواع نباتية أخرى عديدة، وما رافق هذا من تخريب حاد في الموائل الطبيعية وانجراف التربة أيضاً، إضافةً إلى غزوها من قبل أنواع نباتية أخرى أقل أهمية (Nahal, 2003). وعلى المدى الطويل، إذا استمر هذا الوضع، سيحل محل الأرز اللبناني أنواع شجرية أخرى محبة للضوء مثل السنديان شبه العزري *Quercus cerris* L. ssp. *pseudocerris* (Boiss.) Chalabi والسنديان البلوطي *Quercus infectoria* Oliv. والسنديان اللبناني *Quercus libani* Oliv. والصلع الشردي *Ostrya carpinifolia* Scop. والشرد الشرقي *Carpinus orientalis* Mill. وغيرها، وهكذا سيُفقد النظام البيئي للأرز اللبناني إلى الأبد وما يترتب على ذلك من تأثيرات سلبية في الظروف البيئية المحلية المتمثلة بالآتي: انجراف التربة، تدهور المساقط المائية، إفقار الحياة البرية وخسارة التنوع الحيوي الغني جداً والمميز، وضياع المصادر الوراثية (Nahal, 2003).

تُعدّ تقانة الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية أدوات جديدة في الإدارة الحديثة للنظم البيئية الحراجية؛ إذ يمكن أن تقدم معلومات إضافية بسرعة وكفاءة مغطيةً مساحات واسعة وعلى فترات زمنية متباينة قد يعود البعض منها إلى فترات زمنية قديمة (Wilkie & Finn, 1996). إن تقانة الاستشعار عن بعد أداة سريعة وفعالة في إدارة ومراقبة النظم البيئية الحراجية؛ إذ يمكن أن تخدم وبشكل فعال في تقييم تغيير الغطاء الحراجي خلال فترة زمنية محددة وفي امكانية تحديد الأسباب الكامنة وراء هذا التغيير خلال الفترة الزمنية المعتبرة، إضافةً إلى امكانية التنبؤ باستجابة الغطاء الحراجي للتغيرات البيئية المتوقعة (Lillesand & Kiefer, 2000; Kushwaha *et al.*, 2011). كما تُستخدم السلاسل الزمنية لمؤشر الاختلاف النباتي القياسي (NDVI) بشكل واسع في مراقبة الغابات وظروف نموها (Maselli, 2004)، وفي كشف العلاقة المتبادلة بين المناخ والنظم البيئية الحراجية (Luo *et al.*, 2006).

٢. مواد البحث وطرائقه :

موقع الدراسة

أُعلن المعقل الوحيد لانتشار الأرز اللبناني طبيعياً في سورية كمحمية منذ عام ١٩٩٦ تحت اسم محمية الأرز والشوح وبمساحة 1350 هكتار (وزارة الدولة لشؤون البيئة، 1998). تقع محمية الأرز والشوح بين خطي طول '٣٦°١٠ و '٣٦°١٧ شرقاً وبين خطي عرض '٣٥°٢٩ و'٣٥°٤١ شمالاً في الجزء الشمالي من سلسلة الجبال الساحلية السورية على سفحها الشرقي (صلنفة، جوبة برغال) (مشروع صون التنوع الحيوي وإدارة المحميات الطبيعية، ٢٠٠٤) (شكل ١). يشكّل جبل النبي متى قمة سلسلة متجهة من الشمال إلى الجنوب، تصل أعلى قممها إلى ارتفاع ١٥٨٠ م مقابل سهل الغاب، حيث تنمو أشجار الأرز اللبناني على السفح الشرقي من المحمية المطل على سهل الغاب، و يتواجد التجمع الرئيسي للأرز اللبناني ابتداءً من ارتفاع ١٠٠٠ م عن سطح البحر على ترب ناشئة على الصخور الكلسية الجوراسية القاسية وكلها مكونة من الكلس القاسي والكلس الدولوميتي (مرتيني، ١٩٨٩). يتراوح عمق التربة التي ينمو فيها الأرز بين ١٥ و١٠٥ سم، كما تمتاز الترب التي ينمو عليها عادة بحموضة معتدلة (فارس وآخرون، ١٩٩١). تقع غابة الأرز اللبناني في الطابق البيومناخي البارد وشديد الرطوبة في النطاق الجبلي من الجزء الشمالي من الجبال الساحلية بين ٩٠٠ - ١٥٦٢ م فوق سطح البحر على السفح الشرقي والشمالي الشرقي لهذه الجبال في منطقتي صلنفة وجوبة برغال (مرتيني، ١٩٩٩).



شكل 1: موقع محمية الأرز والشوح، سورية (مشروع صون التنوع الحيوي وإدارة المحميات الطبيعية، ٢٠٠٤).

طرائق البحث

١- تحديد مساحة الانتشار الطبيعي للأرز اللبناني وتغييرها بين عامي ١٩٨٤ و٢٠١٤

١-١- بيانات الصور الفضائية

أُستخدمت صورة فضائية عالية الدقة Rapid Eye بدقة مكانية ٥ م، مصدرها الهيئة العامة للاستشعار عن بعد- دمشق، والتي تغطي محمية الأرز والشوح والمأخوذة بتاريخ ٢٤ / ٦ / ٢٠١١. وهي مُرجعة مكانياً وفق نظام الإحداثيات الجغرافية WGS_1984 والمؤلفة من خمس قنوات طيفية هي: القناة الزرقاء، الخضراء، الحمراء، الحواف الحمراء، والقناة تحت الحمراء القريبة، والتي تتراوح أطوال موجاتها كالآتي: ٤٤٠- ٥١٠ ، ٥٢٠ – ٥٩٠ ، ٦٣٠ - ٦٨٥ ، ٦٩٠ – ٧٣٠ ، ٧٦٠ – ٨٥٠ نانومتر على التوالي. كما أُستخدمت صورة فضائية Landsat_5 (MSS) والمؤلفة من أربع قنوات طيفية هي: القناة الخضراء، الحمراء، القناة تحت الحمراء القريبة، والقناة تحت الحمراء القريبة، والتي تتراوح أطوال موجاتها كالآتي: ٥٠٠- ٦٠٠، ٦٠٠ – ٧٠٠، ٧٠٠ - ٨٠٠، ٨٠٠ – ١١٠٠ نانومتر على التوالي، والمأخوذة بتاريخ ٤ / ٧ / ١٩٨٤ وبدقة مكانية ٦٠ م.

١ - ٢- العينات الحقلية

حُددت عينات بأبعاد (٥ × ٥ م) في محمية الأرز والشوح والتي تمثل الأغطية الأرضية التالية: الأرز اللبناني "Cedrus"، الأنواع عريضة الأوراق (Broad-Leaved) "Broad"، والمناطق المفتوحة (open area) "Open". أُخذت هذه العينات بدقة على أن تكون ممثلة للنوع الأرضي بشكل جيد، نقية قدر الإمكان، منتشرة على كامل منطقة الدراسة قدر المستطاع، وأن يكون العدد الأدنى لعينات كل نوع أرضي ٢٠ عينة على الأقل. حُددت مراكز الإحداثيات الجغرافية بواسطة جهاز تحديد المواقع الجغرافية GPS (Geographic Position System).

١ – ٣ - التصنيف الموجه

أُستخدمت طريقة التصنيف الموجه (Supersived Classification) لصورتي Rapid Eye و MSS باستخدام برنامج تحليل صور الأقمار الفضائية Erdas Imagine 8.4، وباستخدام نفس العينات الحقلية الممثلة للأغطية الأرضية الثلاثة

المدروسة (الأرز اللبناني، عريضات الأوراق، والمناطق المفتوحة) في الصورتين. وذلك بهدف تحديد مساحات هذه الأغطية الأرضية في غابة الأرز اللبناني الطبيعية في عام ٢٠١١ ومقارنتها مع مساحاتها في عام ١٩٨٤ في منطقتي صلنفة وجوبة برغال. تمّ تجريب تراكيب مختلفة من القنوات الطيفية للصورة MSS؛ فكان الأفضل (R=1, G=2, B=3)، فمن خلال هذا التركيب اللوني فُصلت الأغطية الأرضية الثلاثة المدروسة بوضوح، كما حقق هذا التركيب توافقاً مبدئياً مع الغطاء الأرضي الحالي وخصوصاً مع صعوبة تصنيف هذه الصورة الفضائية ذات الدقة المكانية ٦٠ م.

١ – ٤ - المعطيات المساعدة

- خارطة استعمالات الأراضي (Landuse) المعدّة من قبل الهيئة العامة للاستشعار عن بعد عام ٢٠٠٤ ضمن مشروع التنوع الحيوي وإدارة محمية الأرز والشوح في صلنفة (Sy-GE-57109).
- صورة فضائية google earth عالية الدقة (٢ م) والمأخوذة عام ٢٠١٣.

كما حُدد نمط التوزع المكاني لتوزع أشجار الأرز اللبناني من خلال مؤشر الجار الأقرب ANN (Average Nearest Neighbor) المستخرج باستخدام برنامج ArcGIS9.3. إذا كانت قيمة الـ ANN < ١؛ فإن التوزع يكون متجمعاً، اذا كانت قيمة الـ ANN > ١؛ فإن التوزع يكون مبعثراً، وإذا كانت قيمة الـ ANN = ١؛ فالتوزع منتظماً (Greig- Smith, 1983).

٢- دراسة التغيرات في حيوية مجموعات الأرز اللبناني الطبيعية خلال الفترة ١٩٨٤- ٢٠١٤

تمّ دراسة التغيرات في الوضع الصحي لغابة الأرز اللبناني الطبيعية بحساب مؤشر الـNDVI المستخرج من الصور الفضائية Landsat خلال الفترة الزمنية ١٩٨٤ - ٢٠١٤.

٢ – ١- بيانات الصور الفضائية

أُستخدمت ١٧ صورة فضائية Landsat مختلفة المستشعرات Landsat_4, 5, 8 تغطي منطقة الدراسة والمحملة مباشرة من المركز الأمريكي لمسح الأراضي USGS (United States Geological Survey) (http://earthexplorer.usgs.gov//). أُخذت هذه الصور الفضائية في فصل الصيف، حيث يبلغ النمو ذروته، وبشكل متقطع خلال الفترة الممتدة من عام ١٩٨٤ وحتى عام ٢٠١٤ (جدول ١). وهي صور فضائية من النوع L1T / L1G أي مصححة هندسياً (من خلال نقاط إسناد معلومة الإحداثيات الجغرافية) وإشعاعياً من الدرجة الأولى، وهي مرجعة مكانياً وفق نظام الإرجاع الجغرافي WGS_1984، كما إنها خالية من الغيوم (حيث كانت نسبة تغطية الغطاء الغيمي أقل من ١٠ %).

جدول ١: خصائص الصور الفضائية المستخدمة في البحث.

نوع الصورة	المستشعر	الدقة المكانية (م)	الدقة الطيفية	تاريخ أخذ الصورة
Landsat_5	MSS	60	٤ قنوات	7/4/1984
Landsat_5	TM	30	٧ قنوات	7/23/1985
Landsat_5	TM	30	٧ قنوات	7/29/1987
Landsat_4	TM	30	٧ قنوات	7/10/1989
Landsat_4	TM	30	٧ قنوات	8/30/1990
Landsat_4	TM	30	٧ قنوات	8/3/1992
Landsat_5	TM	30	٧ قنوات	8/15/1999
Landsat_5	TM	30	٧ قنوات	6/14/2000

Landsat_5	TM	30	٧ قنوات	6/20/2002
Landsat_5	TM	30	٧ قنوات	8/10/2003
Landsat_5	TM	30	٧ قنوات	7/17/2006
Landsat_5	TM	30	٧ قنوات	8/21/2007
Landsat_5	TM	30	٧ قنوات	6/23/2009
Landsat_5	TM	30	٧ قنوات	7/12/2010
Landsat_5	TM	30	٧ قنوات	7/31/2011
Landsat_8	OLI_TIRS	30	١١ قناة	8/21/2013
Landast_8	OLI_TIRS	٣٠	١١ قناة	8/24/2014

٢ – ٢- حساب مؤشر الاختلاف النباتي القياسي NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

يُحسب هذا المؤشر الطيفي النباتي من العلاقة التالية (Tucker, 1979):

NDVI= (NIR – R) / (NIR + R)

حيث **NIR**: درجة انعكاس الإشعاع ضمن القناة تحت الحمراء القريبة.

R: درجة انعكاس الإشعاع ضمن القناة المرئية الحمراء.

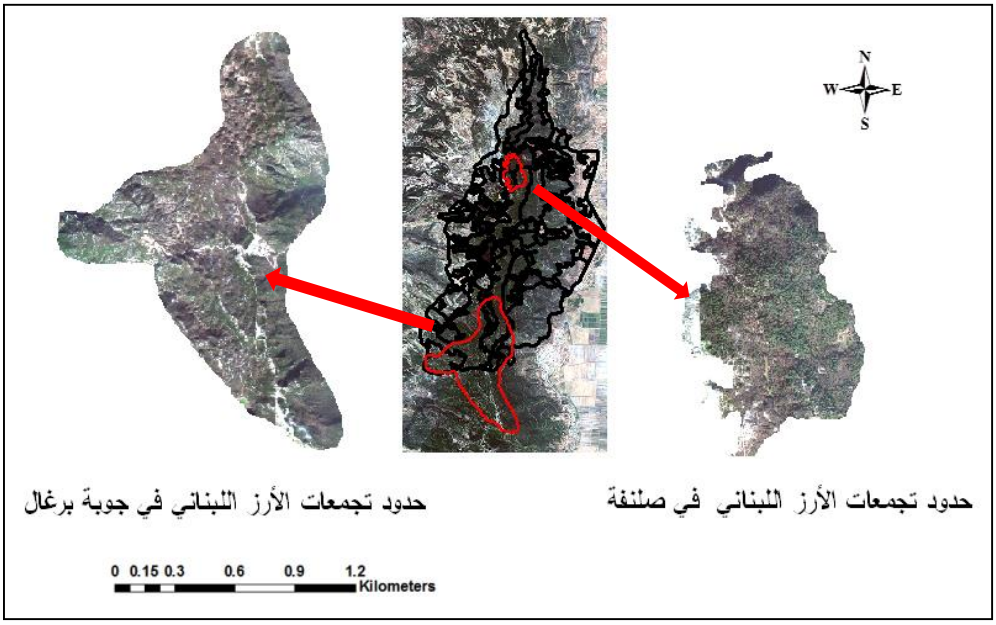
تختلف قيم هذا المؤشر حسب درجة امتصاص الإشعاع الشمسي من قبل الكلوروفيل في المجال الطيفي المرئي الأحمر وانعكاسه في المجال الطيفي تحت الأحمر القريب من الإشعاع الكهرومغناطيسي. تتراوح قيم هذا المؤشر بين ١+ و١- وكلما اقتربت قيمته من ١+ دلّ ذلك على وجود غطاء نباتي بكثافة عالية (وبشكل خاص الغابة عريضة الأوراق الكثيفة)، وبالمقابل كلما اقتربت قيمته من ١- دلّ ذلك على وجود نقص في الغطاء النبتي مثلاً أرض شبه خالية من الغطاء النبتي، تربة عارية، صخور، ثلج، والغيوم. في حين تدل الألوان المتوسطة في خارطة الـNDVI على أغطية نبتية متوسطة الكثافة مثل الأراضي العشبية (Sabins, 1997).

قُسمت منطقة تواجد الأرز اللبناني الشبه نقية في صلنفة وفي جوبة برغال إلى شبكة مربعات (٢٠٠×٢٠٠ م) باستخدام برنامج ArcGIS 9.3. وبالاعتماد على الملاحظات الحقلية وعلى صورة Google Earth عالية الدقة (٢ م)؛ حُددت مراكز المربعات الحاوية على أرز لبناني بنسبة أكبر من ٥٠ %، فكان لدينا ٩ مربعات للأرز اللبناني في صلنفة و٣٩ مربعاً في جوبة برغال. أُستخرجت قيم مؤشر الـNDVI لمراكز المربعات باستخدام برنامج ArcGIS 9.3، وتمّ تحديد اتجاه ومقدار تغير مؤشر الـ NDVI لعينات الأرز اللبناني المدروسة خلال أعوام الدراسة باستخدام تحليل البرنامج الإحصائي SPSS وتحليل التباين ANOVA.

٣. النتائج والمناقشة:

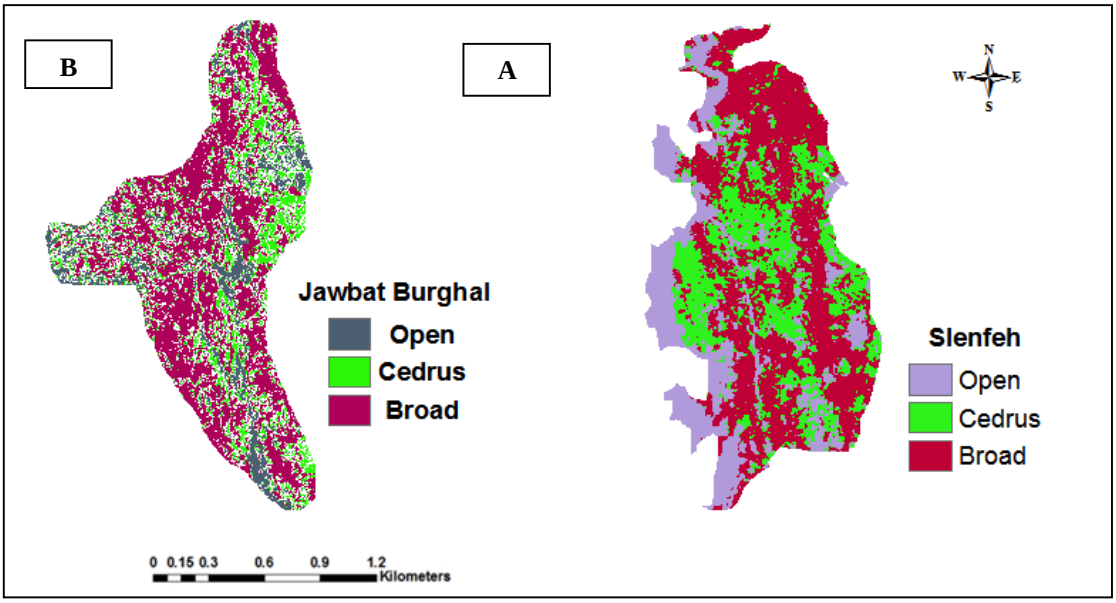
1 - تحديد مساحة الانتشار الطبيعي للأرز اللبناني وتغييرها بين عامي ١٩٨٤ و٢٠١٤

رُسمت حدود جديدة لكافة تجمعات الأرز اللبناني في كلٍّ من صلنفة وجوبة برغال على حدى بالاستعانة بالجولات الحقلية المتكررة وصورة google earth (٢ م)؛ بحيث شملت كل مجموعات الأرز اللبناني الطبيعية في المنطقتين (شكل ٢).

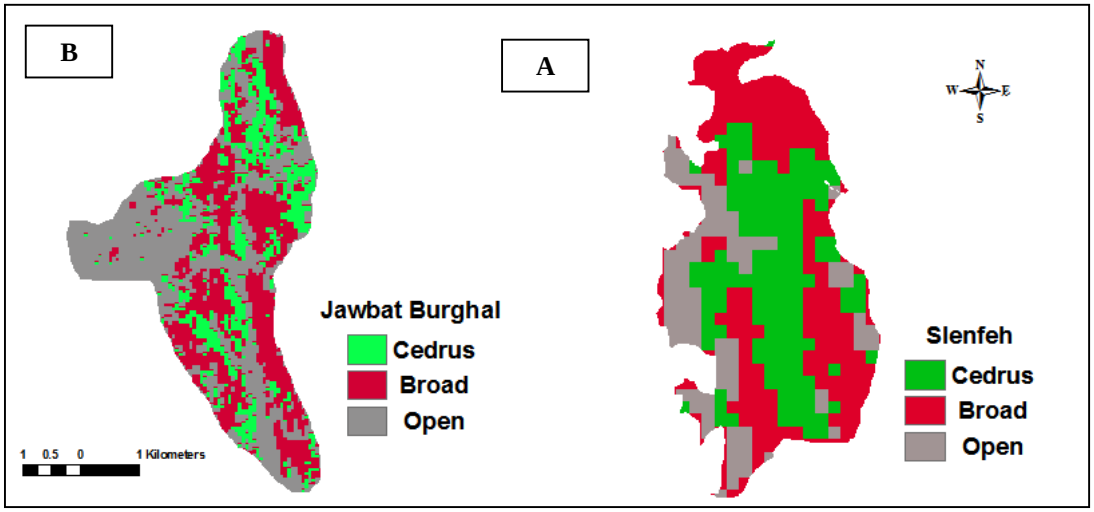


شكل ٢: التوزع الطبيعي للأرز اللبناني في غابتي صلنفة وجوبة برغال.

ثم أُستخدم التصنيف الموجه للصورة الفضائية Rapid Eye عام ٢٠١١ لغابة الأرز اللبناني الطبيعية الجديدة (المحددة من قبلنا) وبالاستعانة بالعينات الحقلية (٢٥ م^2) المختارة والممثلة للأغطية الأرضية المدروسة في صلنفة وجوبة برغال. بلغت دقة التصنيف الكلية ١٠٠ % في صلنفة و٩٧,٥٧ % في جوبة برغال، وهي دقة تصنيف عالية في المنطقتين (شكل ٣). كما نتجت خارطة التصنيف الموجه للصورة MSS لتجمعات الأرز اللبناني الطبيعية في منطقتي صلنفة وجوبة برغال عام ١٩٨٤ (شكل ٤).



شكل ٣: خارطة التصنيف الموجه للأغطية الأرضية في غابتي صلنفة (A) وجوبة برغال (B) عام ٢٠١١.



شكل ٤: خارطة التصنيف الموجه للأغطية الأرضية في غابتي صلنفة (A) وجوبة برغال (B) عام ١٩٨٤.

تمّ حساب المساحة والنسبة التي يشغلها كل نوع أرضي على حدا ولعامي ٢٠١٤، و١٩٨٤؛ فكانت المساحة الفعلية للأرز اللبناني ٣٥,٢٩ هكتار في صلنفة و ٢١٩,٤٣ هكتار في جوبة برغال، وعليه يشكل الأرز اللبناني مساحة فعلية تقدر بـ ٢٥٤,٧٣ هكتار في كلا الغابتين (جدول ٢). يمكن ملاحظة أن المساحة الأكبر للأرز اللبناني موجودة على السفح الشرقي للجبال الساحلية في جوبة برغال والتي تمّ إغفال معظمها من قبل الهيئة العامة للاستشعار عن بعد عام ٢٠٠٤ (مشروع صون التنوع الحيوي وإدارة المحميات الطبيعية، ٢٠٠٤). وعلى الرغم من صغر مساحة غابة الأرز اللبناني الطبيعية في سورية نسبياً لكنها تبقى أكبر بقليل من المساحة الواردة في الخطة المقترحة لإدارة غابة الأرز اللبناني في سورية والمقدرة بـ ٢٠٢,٨ هكتار (مشروع صون التنوع الحيوي وإدارة المحميات الطبيعية، ٢٠٠٤).

أما بالنسبة للتصنيف الموجه للصورة الفضائية Landsat_5 عام ١٩٨٤ (شكل ٤)؛ فقد لوحظ انخفاض واضح في المساحة التي يشغلها الأرز اللبناني في كلٍّ من صلنفة وجوبة برغال في عام ٢٠١١ مقارنةً مع عام ١٩٨٤. إذ تراجعت نسبة المساحة التي يشغلها الأرز اللبناني من ٣٩ % عام ١٩٨٤ إلى ٢٦ % عام ٢٠١١ في غابة صلنفة ومن ٢٧ % في عام ١٩٨٤ إلى ١٥ % في عام ٢٠١١ في غابة جوبة برغال (جدول ٢). في حين بقيت نسبة مساحة عريضات الأوراق تقريباً واحدة ٤٧ % في غابة صلنفة، فقد ازدادت بالمقابل نسبة مساحة المناطق المكشوفة من ١٤ % عام ١٩٨٤ إلى ٢٧ % عام ٢٠١١ في غابة صلنفة. وكان الوضع معكوساً في غابة جوبة برغال؛ إذ ازدادت نسبة المساحة التي تشغلها عريضات الأوراق من ٢٠ % عام ١٩٨٤ إلى ٥٩ % عام ٢٠١١ وذلك على حساب نسبة مساحة المناطق المكشوفة والتي تراجعت من ٥٣ % عام ١٩٨٤ إلى ٢٧ % عام ٢٠١١ (جدول ٢). وقد يعود ذلك إلى ملاءمة غابة جوبة برغال لنمو العديد من الأنواع عريضة الأوراق أليفة الضوء والمحبة للحرارة من جهة وإلى قدرتها على التجدد (البذري، و الخضري) واحتلالها المناطق المكشوفة من جهة أخرى. كما إن انخفاض كثافة أشجار الأرز اللبناني في صلنفة وجوبة برغال هو نتيجة متوقعة للتعديات المستمرة عليها وخاصةً القطع العشوائي لأشجار الأرز اللبناني نظراً لما يتمتع به خشبها من خصائص مميزة تؤهله لكي يكون من أفضل وأمتن الأخشاب في العالم على مرّ العصور (Pijut, 2000., Boydak, 2003). كما إستغلت أخشاب هذه الغابات كضرائب خلال الحملات العسكرية في سورية ولبنان (Kuniholm, n.d., 2003). وقد استمر التعدي على حراج المنطقة وغابات الأرز خلال الاستعمار الفرنسي وخلال الحرب العالمية الثانية لاستخدامها كوقود في تسيير القطارات وبناء السكك الحديدية إضافة إلى أن هذا التدمير كان أحياناً بحجة مقاومة الثوار الذين كانوا يلتجؤن إلى هذه الغابات بهدف الاختباء

من الاستعمار. كما كانت غابات الأرز اللبناني مصدراً لاستخراج الراتنج، رعي الماشية، و إنتاج حطب الوقيد (Sattout *et al.*, 2007)؛ مما أدّى إلى إزالة مساحات واسعة من أشجار الأرز اللبناني دفعة واحدة وتقلص مساحتها في مناطق انتشارها الطبيعية عامةً و في سورية خاصةً.

جدول ٢: المساحات والنسب التي تشغلها الأغطية الأرضية في غابتي صلنفة وجوبة برغال عامي ١٩٨٤، ٢٠١١.

الغطاء الأرضي	المساحة (هـ)				النسبة التي يشغلها (%)			
	عام 1984		عام 2011		عام 1984		عام 2011	
	صلنفة	جوبة برغال	صلنفة	جوبة برغال	صلنفة	جوبة برغال	صلنفة	جوبة برغال
الأرز اللبناني	55.08	409.68	35.29	219.43	39	27	26	15
الأنواع عريضات الأوراق	64.44	294.12	64.88	880.75	46	20	47	59
المناطق المفتوحة	20.16	801.72	37.29	401.76	14	53	27	27

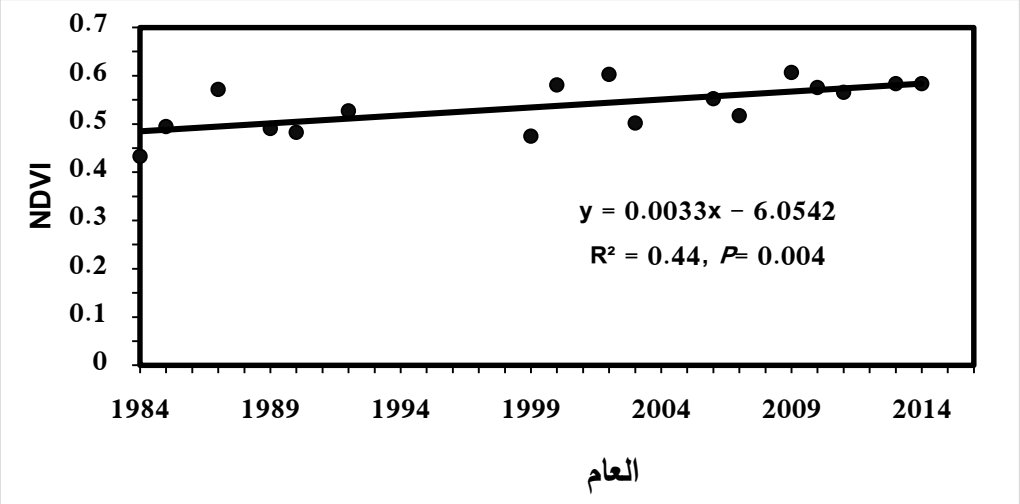
تتوزع أشجار الأرز اللبناني في صلنفة عشوائياً (1 < ANN= 1.11) وبكثافة منخفضة نسبياً على المعرض الشرقي والشمالي الشرقي بشكل رئيس على السفح الشرقي لسلسلة الجبال الساحلية السورية المطلة على سهل الغاب. ومن خلال إجراء مطابقة بين جرودنا الحقلية والصورة الفضائية google earth (٢ م) يمكن ملاحظة أن كثافة أشجار الأرز اللبناني تتباين حسب عوامل عديدة وبالأخص العامل البشري المتعلق بالقرب من التجمعات السكنية والطرق الحراجية؛ إذ تتركز كثافة أشجار الأرز اللبناني المرتفعة نسبياً في البقع الأكثر بعداً عن الطرق الحراجية وتتراوح بين ١٧٣ و٢٨٩ شجرة / هـ وتشكل نسبة (٤٣ %) من المساحة الفعلية للأرز اللبناني في صلنفة، بينما تتركز كثافة أشجار الأرز اللبناني المنخفضة نسبياً في البقع الأكثر قرباً من الطرق الحراجية وتتراوح بين ٧٧ و١٥٤ شجرة / هـ والتي تشكل النسبة الأكبر (٥٧ %) من المساحة الفعلية للأرز اللبناني في غابة انتشاره الطبيعية في صلنفة.

في حين تتجمع أشجار الأرز اللبناني في جوبة برغال بشكل متكتل (1 > ANN= 0.72) وبكثافة منخفضة نسبياً وذلك على معارض مختلفة (المعرض الغربي، الشمالي الغربي، الجنوبي الغربي، والمعرض الشرقي) على السفح الشرقي لسلسلة الجبال الساحلية السورية المطلة على سهل الغاب. تتراوح كثافة أشجار الأرز اللبناني المرتفعة نسبياً بين ٢٥٠ و ٣٣٠ شجرة / هـ وتشكل نسبة (٣٢ %) من المساحة الفعلية للأرز اللبناني في جوبة برغال، بينما تتراوح كثافة أشجار الأرز اللبناني المنخفضة نسبياً بين ٧٠ و١٧٣ شجرة / هـ والتي تشكل النسبة الأكبر (٦٨ %) من المساحة الفعلية للأرز اللبناني في غابة انتشاره الطبيعية في جوبة برغال.

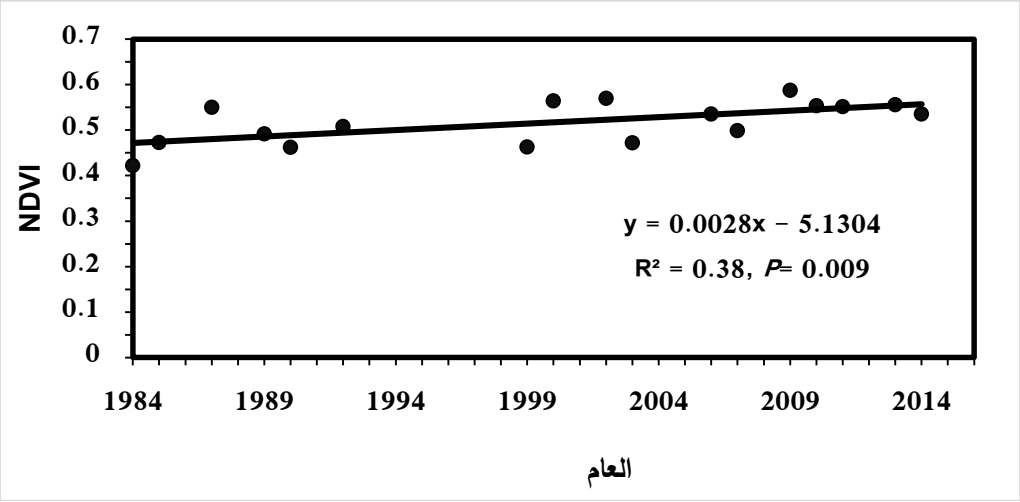
٣- دراسة التغيرات في حيوية مجموعات الأرز اللبناني الطبيعية خلال الفترة ١٩٨٤- ٢٠١٤

أي دراسة الاتجاه العام لمؤشر الاختلاف النباتي القياسي (NDVI) ومعنويته خلال الفترة ١٩٨٤- ٢٠١٤. أظهر المتوسط السنوي لمؤشر الـ NDVI لمجموعات الأرز اللبناني الطبيعية المدروسة اتجاهاً متزايداً معنوياً خلال الفترة الزمنية ١٩٨٤-٢٠١٤؛ فقد بلغت الزيادة السنوية لمعدل الـNDVI قيمةً (٠,٠٠٣) في صلنفة (R= 0.66, *P*= 0.004) (شكل ٥)، وازداد مؤشر الـNDVI بنفس القيمة (٠,٠٠٣) في جوبة برغال (R= 0.62, *P*= 0.009) (شكل ٦). تتفق هذه النتيجة تماماً مع دراسة إبراهيم وآخرون (٢٠١٥) لتغيرات قيم مؤشر الـNDVI السنوية والفصلية لمجموعات الأرز اللبناني الطبيعية في صلنفة وجوبة برغال وعلاقتها بالمتغيرات المناخية (درجة الحرارة، الهطل المطري) خلال الفترة ٢٠٠٤ – ٢٠١٤ وذلك باستخدام صور فضائية MODIS NDVI الشهرية؛ وهي الاتجاه المتزايد المعنوي لقيم الـNDVI لمجموعات الأرز اللبناني في صلنفة وجوبة برغال بمعدل (٠,٠٠٦، ٠,٠٠٤ / سنة) على التوالي. كما أظهر اسماعيل (٢٠١٤) وجود زيادة غير معنوية

في قيمة مؤشر الـ NDVI لمجموعات السنديان شبه العذري الطبيعية في صلنفة - سورية خلال الفترة ٢٠٠١ – ٢٠١١، حيث بلغت هذه الزيادة ٠,٠٠٨ / سنة.



شكل ٥: الاتجاه العام لقيم الـNDVI لمجموعات الأرز اللبناني في صلنفة خلال الفترة ١٩٨٤-٢٠١٤.



شكل ٦: الاتجاه العام لقيم الـNDVI لمجموعات الأرز اللبناني في جوبة برغال خلال الفترة ١٩٨٤-٢٠١٤.

يعكس الاتجاه المتزايد المعنوي لمؤشر الـNDVI لمجموعات الأرز اللبناني الطبيعية خلال الفترة ١٩٨٤ – ٢٠١٤؛ الوضع الصحي لهذه المجموعات في مناطق انتشارها الطبيعية الوحيدة في سوريه (صلنفة وجوبة برغال) خلال هذه الفترة. وذلك كون مؤشر الـNDVI؛ يرتبط بقوة مع الكتلة الحيوية الخضراء ومع المسطح الورقي للأنواع النباتية، ويعبر بقوة عن الإشعاع الشمسي النشط للتمثيل الضوئي والانغلاق التاجي للأغطية النباتية في الغابات (Barbosa *et al.*, 2006; Sternberg *et al.*, 2011). وهذا لا يتفق مع الفرضية السائدة لدى الحراجيين؛ أن تجفيف سهل الغاب - سورية عام ١٩٥٤ (نعمة، ٢٠٠٩) قد خفض من الرطوبة الجوية؛ والذي من المحتمل قد أثر سلباً في حيوية وفيزيولوجية أشجار الأرز اللبناني مما خفض من قدرتها على الإثمار وبالتالي قلل من إمكانية تجددها الطبيعي وخصوصاً إن الأرز اللبناني من الأنواع الحراجية المحبة للرطوبة الجوية Nahal (١٩٦٢).

نستنتج أن مجموعات الأرز اللبناني في سورية (صلنفة، وجوبة برغال) وعلى الرغم من تقلص مساحتها ولكنها مازالت بوضع صحي جيد وبالتالي مازالت قادرة على النمو والتجدد الطبيعي وذلك بما يتناسب مع بنية هذه المجموعات

الحرجية ومحتواها الرطوبي من جهة والظروف البيئية المحيطة بها وخاصةً محتوى التربة الرطوبي من جهة أخرى. مما يتطلب التدخل الفوري للحفاظ عليها وحمايتها من كل أشكال التعديات وخاصةً القطع العشوائي والصيد مع ضرورة إتباع خطة إدارة فعالة تأخذ بأولوياتها صون مجموعات الأرز اللبناني الطبيعية من جهة وتُشجع تجددها الطبيعي من جهة أخرى.

٤. الاستنتاجات والتوصيات:

أولا: الاستنتاجات :

١. صغر مساحة غابة الأرز اللبناني الطبيعية نسبياً والتي تقدر بـ ٢٥٤,٧٣ هـ ووجودها بشكل متفرق في مناطق انتشارها الطبيعية الوحيدة في سورية.
٢. انخفاض واضح في المساحة التي يشغلها الأرز اللبناني في كلٍّ من صلنفة وجوبة برغال في عام ٢٠١١ مقارنةً بـ عام ١٩٨٤. فقد انخفضت مساحة الأرز اللبناني بمقدار ١٩,٧٩ هـ في غابة صلنفة وبمقدار ١٩٠,٢٥ هـ في غابة جوبة برغال خلال فترة ٢٧ سنة.
٣. إن الاتجاه العام لمؤشر الـNDVI لمجموعات الأرز اللبناني الطبيعية في صلنفة وجوبة برغال معنويّاً نحو الزيادة؛ يدّل على إن هذه المجموعات مازالت بوضع صحي جيد وذات حيوية جيدة.

ثانيا: التوصيات:

١. تعديل حدود محمية الأرز والشوح بكاملها؛ لتشمل كل مجموعات الأرز الطبيعية مهما صغرت مساحتها؛ فهي بمثابة بنوك وراثية لا يمكن إغفالها في برامج المحافظة على هذا النوع الحراجي المهدد بالانقراض ولا سيما إنها بقايا الغابة الأوجية والناجية من مجمل التغيرات الحاصلة في بيئة غابة الأرز اللبناني الطبيعية.
٢. وضع غابة الأرز اللبناني الطبيعية في صلنفة وجوبة برغال؛ يستدعي ضرورة التدخل الفوري لإعادة إحياء نظامها البيئي المتدهور وذلك من خلال: الحفاظ عليها وحمايتها من كل أشكال التعديات البشرية، وتحسين التجدد الطبيعي للأرز اللبناني عن طريق نثر بذوره (بذور مع مخاريط) أو زراعة غراسه.
٣. إجراء دراسة لتقدير نمو وإنتاجية الأرز اللبناني في صلنفة وجوبة برغال من خلال قياسات حقلية على الأرض ومقارنتها مع قيم المؤشر النباتي NDVI المحسوبة وربطها أيضاً مع العناصر المناخية.
٤. متابعة الدراسة باستخدام صور فضائية أكثر دقة مكانية وتمتد إلى الفترة الزمنية الراهنة مع ضرورة رصد التغيرات الحاصلة في بيئة غابة الأرز اللبناني الطبيعية خلال الزمن.

قائمة المراجع والمصادر:

أولا: المراجع العربية:

١. إبراهيم، عبير؛ قبيلي، عماد؛ ثابت، علي. ٢٠١٥. **مراقبة استجابة مجموعات الأرز اللبناني *Cedrus libani* A. Richard الطبيعية في سورية للمتغيرات المناخية باستخدام الصور الفضائية MODIS NDVI.** مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، سلسلة العلوم البيولوجية، المجلد (٣٧)، العدد ٦.
٢. اسماعيل، فاطمة. ٢٠١٤. **دراسة تأثير التغيرات المناخية على مجموعات السنديان شبه العزري في محافظة اللاذقية.** رسالة ماجستير في الزراعة، جامعة تشرين، ص ٥٥.

٣. فارس، فاروق؛ عبيدو، محمد؛ حبيب، حسن؛ بطحة، عدنان. ١٩٩١. **دراسة أراضي وغابات الغابة الساحلية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد. محافظة اللاذقية: حصر وتقييم واستعمالات**. الهيئة العامة للاستشعار عن بعد ووحدة الدراسات الهندسية للأراضي والمياه، جامعة دمشق، ١٨٣ ص + ٤ خرائط.

٤. مرتيني، غالية. ١٩٨٩. **دراسة بيئية لمحمية غابوية مزمع انشاؤها في جبل متى (سلسلة الجبال الساحلية السورية)**. رسالة ماجستير، جامعة حلب، كلية الزراعة، ١٦٤ صفحة.

٥. مرتيني، غالية. ١٩٩٩. **تحاليل بيئية و اجتماعية نباتية لغابات السفوح الشرقية لسلسلة الجبال الساحلية السورية**. إطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة حلب، ١٩٢ ص.

٦. مشروع صون التنوع الحيوي وإدارة المحميات الطبيعية (SY-GE-57109). ٢٠٠٤. **مسودة خطة إدارة محمية الأرز و الشوح ٢٠٠٤ – ٢٠١٠**. الجمهورية العربية السورية، وزارة الإدارة المحلية و البيئة و وزارة الزراعة و الإصلاح الزراعي، أيار ٢٠٠٤، ١٧٠ صفحة.

٧. نعمة، مرهج. ٢٠٠٩. **الغاب، موجز في مسيرة التطور الزراعي و إشكالية التنمية اليوم**. الهيئة العامة لإدارة و تطوير الغاب، الجهمورية العربية السورية، وزارة الزراعة و الإصلاح الزراعي، ١٥ صفحة.

٨. وزارة الدولة لشؤون البيئة و برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) - وحدة التنوع الحيوي. ١٩٩٨. **الدراسة الوطنية للتنوع الحيوي في الجمهورية العربية السورية**، 337 صفحة.

ثانيا: المراجع الاجنبية:

1. Barbosa, H A., Huete A R., Baethg, W E. 2006. **A 20-year study of NDVI variability over the northeast region of brazil**. J Arid Environ., 67: 288 –307.
2. Boydak, M. 2003. **Regeneration of Lebanon cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) on karstic lands in Turkey**. Forest Ecology and Management, 178: 231–243.
3. Fady, B., Lefévre, F., Vendramin, G. G., Ambert, A., Régnier, C., Bariteau, M. 2008. **Genetic consquences of past climate and human impact on eastern Mediterranean *Cedrus libani* forest. Implications for their conservation**. Conserv Genet 9, 85-95.
4. FAO, 1986. **Databook on endangered tree and shrub species and provenances**. in: FAO, Forestry paper 77, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
5. Greig-Smith, M. A. 1983. **Quantitative Plant Ecology**, 3rd edition. Buttworths, London.
6. IUCN. 2000. **Red list of threatened species**. http://www.redlist.org. Last access: 4 / 10 / 2016.
7. Khouzami, M., Bassil, M., Fortunat, L., Hayek, A. 1996. **Étude de la diversité biologique du liban.** Liste des espèces basée sur les rapports de l'étude de la diversité. biologique du Li ban Ministère de l'Agriculture et Programme des Nations Unies pour l'Environ nement, Liban. 150 pp.
8. Khuri, S., Shmoury, R. M., Baalbaki, R., Maunder, M., Talhouk, S.N. 2000. **Conservation of the *Cedrus libani* populations in Lebanon: history, current status and experimental application of somatic embryogenesis**. Biodiversity and Conservation 9 : 1261–1273.
9. Kuniholm, P.I. 2003. **Wood**. URL: http://www.a rts.cornell.edu/ dendro/wood.html [April 14, 2015].

10. Kushwaha, S.P.S., Nandy, S., Ahmad, M., Agarwal, R. 2011**. Forest ecosystem dynamics assessment and predictive modelling in eastern HIMALAYA**. ISPRS Archives XXXVIII- 8/W20; Workshop Proceedings: Earth Observation for Terrestrial Ecosystems.
11. Lillesand, T.M., Kiefer, R.W. 2000. **Remote Sensing and Image Interpretation (4th Edition)**. John Wiley and Sons, New York, pp. 736.
12. Loffet, C. H. 2004. **Sur quelques espéces d'arbres de la zone syro-palestinienne et libanaise exporté es vers l'Égypte Pharaonique**. Archaeology and History in Lebanon 9: 10–33.
13. Luo M, Piwowar JM, IEEE. 2006. **Spatial and temporal responses of NDVI to climate and soil factors in the grassland-forest transition zone of Saskatchewan, Canada**. *In:* **2006 IEEE international geoscience and remote sensing symposium,** vols 1–8. IEEE International Symposium on Geoscience and Remote Sensing (IGARSS). IEEE, New York, 2006, pp 2701–2704.
14. Maselli, F. **Monitoring forest conditions in a protected Mediterranean coastal area by the analysis of multiyear NDVI data**. Remote Sens Environ, 2004, 89(4):423–433.
15. Nahal, I. 1962. **Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.). Étude taxonomique, phytogéographique, écologique et sylvicole**. Extr., Annales École Natl. Eaux 19: 473-686.
16. Nahal, I. 2003. **Flora Review for Conservation of Biodiversity and Protected Areas Management Project (SY-GE-57109) – ARCA** Consulting s. r. l. and SPAN Consultants. 68 P.
17. Pijut, P. M. 2000. **Cedrus the True Cedars**. Journal of arboriculture 26(4): 218-224.
18. Sabins, F. F. 1997. **Remote Sensing Principles and Interpretation**. Third Edition. W. H. Freeman and Company. United State of America.
19. Sattout, J. E., Talhouk, N.S., Caligari, D.S. P. 2007. **Economic value of cedar relics in Lebanon: An application of contingent valuation method for conservation**. Ecological Economics 61 : 315 – 322.
20. Sevim M. 1955. **Natural distribution and ecological properties of Lebanon cedar in Turkey**. General Directorate of Forestry. Publication number, 143/24. Ankara, Turkey.
21. Sternberg, T., Tsolmon, R., Middleton, N., Thomas, D. 2011. **Tracking desertification on the Mongolian steppe through NDVI and field-survey data**. International Journal of Digital Earth, 1: 50– 64.
22. Wilkie, D.S., Finn, J.T. 1996. **Remote Sensing Imagery for Natural Resources Monitoring.** Columbia University Pres, New York. P. 295.

Abstract

The aim of this study is to assess the dynamics of the forest stands of *Cedrus libani* A. Richard in its only natural area in Syria - Slenfeh and Jawbat Burghal. The spatial and temporal change of the natural stands of *Cedrus libani* during the period 1984-2011 and their health status during the period 1984-2014 were assessed using Remote Sensing and Geographic Information Systems (GIS). A high-resolution satellite image was used in 2011 and 17 Landsat images Landsat various sensors; Landsat_4, 5 and 8 and the NDVI Index were used during 1984-2014, high-resolution Google Earth (2 m). The direction and amount of the NDVI index of the *Cedrus libani* samples studied during the years of study were determined using ANOVA in the SPSS.

The results showed a clear decrease in the *Cedrus libani* area size in both study sites Slenfeh and Jawbat Burghal in 2011 compared to 1984. The results also revealed a significant increase trend of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) for natural stands of *Cedrus libani* in Slenfeh and Jawbat Burghal during 1984-2014, which reflects the good health status of the natural Cedar stands in Syria.

Key words: *Cedrus libani*, Forest stands dynamics, Remote Sensing, Geographic Information Systems (GIS), Syria (Slenfeh, Jawbat Burghal).