DOI:10.52113/uj05/023-16/421-430 ISSN : 2072-6317(P) - 2572-5440(O)

العراقية المجلات الاكاديمية العلمية IRAQI Academic Scientific Journals

جامعة المثنى / كلية التربية للعلوم الانسانية

مجلة اوروك للعلوم الانسانية

موقع المجلة: www.muthuruk.mu.edu.iq

استخدام معطيات التحسس النائي لتقييم حساسية الغابات الاستوائية للجفاف في شرق الأمازون

علي فاضل حسن *

جامعة المثنى/ كلية التربية للعلوم الإنسانية / قسم الجغرافية

معلومات المقالة

تاريخ المقالة :

تاريخ الاستلام: 2022/10/9

تاريخ التعديل : 2022/11/24

قبـول النشـر: 2022/11/28

متوفر على النت: 2023/4/16

الكلمات المفتاحية :

تدهور الغابات، TRMM، EVI، الغابات الاستوائية، حساسية الغابات للجفاف .

الملخص

منذ عام 2005، شهدت منطقة الأمازون البرازيلية انخفاضًا في معدلات إزالة الغابات بسبب السياسات العامة الإقليمية والاتحادية والتزامات سلاسل الإنتاج. يبدو أن الحدود الزراعية قد استقرت بمناظر طبيعية مجزأة من أراضي المحاصيل والمراعي وبقع الغابات الأولية والثانوية. لكن الغابة المتبقية تعاني من عملية تدهور: قطع الأشجار المتكررة والحرائق غير الخاضعة للرقابة، مما يقلل من كتلتها الحيوية وتنوعها البيولوجي ويزيد من تعرضها للجفاف والحرائق. يعتبر تقييم تدهور الغابات تحديًا بيئيًا واقتصاديًا مهمًا، حيث يمكن أن يقلل بشدة من خدمات النظام الإيكولوجي التي تقدمها غابة. في هذا البحث نقترح طريقة لرصد تدهور الغابات الاستوائية المطيرة على أساس قابليتها للجفاف. الفرضية هي أن الغابة متدهورة أعلى تأثرا بالجفاف من الغابات السليمة، وأن نشاطها الضوئي أقل خلال موسم الجفاف. تم إجراء الانحدارات الخطية بين قيم MODIS EVI وTRMM الشهرية لكل بكسل MODIS، لتقييم اعتماد نشاط التمثيل الضوئي على هطول الأمطار. تم تطبيق هذه الطريقة في مقاطعة باراغومیناس الواقعة في ولاية بارا الشرقية بالبرازيل وتغطي مساحة قدرها 19342 كيلومتر مربع للفترة 2000-2015 وتمت مقارنته مع الملاحظات الميدانية على بنية الغابات التي تميز حالة التدهور. أظهر النتائج إمكانية تميز الغابات المضطربة عن الغابات الأولية غير مضطربة مع هذا المؤشر خلال موسم الجفاف لأن الغابات الأولية غير مضطربة تستكشف تخزين المياه العميقة وتقلل من إجهاد الهواء الجاف على العكس من الغابات المضطربة التي واجهت اجهاد وجفاف كبير.

©جميع الحقوق محفوظة لدى جامعة المثنى 2023

المقدمـة:

انخفضت إزالة الغابات في منطقة الأمازون بنسبة 71٪ من عام 2004 (27772 كيلومتر مربع / سنة) إلى 2016 (7989 كيلومتر مربع / سنة) (INPE / PRODES، 2016) بسبب تدخلات الحكومات الفيدرالية وحكومات المقاطعات، مثل تطبيق القانون القيود الائتمانية لـ مالكي الأراضي الذين أزالوا الغابات بشكل غير قانوني (Moutinho P. et al.، 2016) والتزامات سلاسل توريد المنتجات الزراعية (Nepstad D. and al.، 2014). ان الغابة المتبقية لا تزال تتعرض للاضطراب بسبب النشاط البشري مثل قطع الأشجار الانتقائي والحرق والتجزئة. تؤدي ظاهرة الاضطراب إلى تدهور الغابات وتؤدي الى تغيير في البنية وفقدان للتنوع البيولوجي. ويعرف تدهور الغابات على انه انخفاض طويل الأجل في قدرة الغابات على النمو وأداء الوظائف الطبيعية، لا سيما لمقاومة الجفاف.

يعتبر تحليل التباين الموسمي والمكاني لنشاط التمثيل الضوئي للغابات أساسًا مهمًا لفهم الاستجابات البيئية لتقلب المناخ، مع التناقض بين موسم النمو النشط والموسم الخامل

*الناشر الرئيسي : E-mail : alifadhil@mu.edu.iq

(Restrepo-coupe N.، et al. 2013). في الأجزاء من منطقة الأمازون، يحدث موسم جاف مع انخفاض هطول الأمطار إلى أقل من 100 ملم. شهر، ويبلغ طوله حتى 6 أشهر في شرق وجنوب الأمازون (Sombroek W.، 2001). عادةً ما يؤدي الحد من المياه في موسم الجفاف إلى انخفاض في التمثيل الضوئي لمظلة الغابات ولكن لا يتم ملاحظته بشكل منهجي (Alfredo R.H، t al.، 2006؛ Fan، Y.، et al.، 2013؛ Humberto A.B، 2011). تحتفظ الغابات المطيرة الأولية غير المضطربة في الأمازون بمظلة أوراق نشطة باستمرار خاصة خلال الأشهر الأولى من موسم الجفاف. سببان رئيسيتان تفسران هذه المقاومة للجفاف. الأول هو نظام جذور الأشجار العميقة والذي يسمح بالوصول المستمر إلى طبقات رطوبة التربة العميقة لاستخدام المياه الجوفية المخزنة حتى خلال موسم الجفاف (Nepstad, D. C. et al., 1994; Oliveira R. S., et al., 2005). الجذور العميقة للوصول إلى الغابات المطيرة غير المضطربة حتى عمق 18 مترًا (Davidson، E.، et al.، 2011)، وهو أعمق من متوسط عمق المياه الجوفية في مناطق الغابات الاستوائية، المقدر بحوالي 10 ± 3 أمتار لـ 2000 ملم. السنة. (Kaiyu G. et al.، 2015). السبب الثاني لمقاومة الجفاف هو كثافة الكتلة الحيوية تحت الأرض، القادرة على الحفاظ على الرطوبة أسفل المظلة، أعلى من المناطق المفتوحة القريبة (Williams-Linera et al.، 1998؛ Stephen R.H et al.، 2015). تؤدي الاضطرابات الحرجية الناتجة عن قطع الأشجار والحرق والتفتيت و خفض وترقق المظلة وتقليل عمق التجذير وانخفاض مساحة الأوراق وخشونة السطح، كل هذه العوامل تؤثر على التبخر وتزيد من الإشعاع الذي يصل إلى سطح التربة (.، Findel K.L et al، 2007) . أن الغابة المتدهورة تكون أكثر حساسية للأمطار خلال موسم الجفاف مقارنة بالغابات الأولية غير المضطربة. للتحقق من ذلك، نقوم بمعالجة العلاقة بين نشاط التمثيل الضوئي وهطول الأمطار خلال بداية موسم الجفاف (زيادة الإجهاد المائي) ونقوم بتقييم قدرة المؤشر بناءً على هذه العلاقة لتمثيل تواجد التدهور.

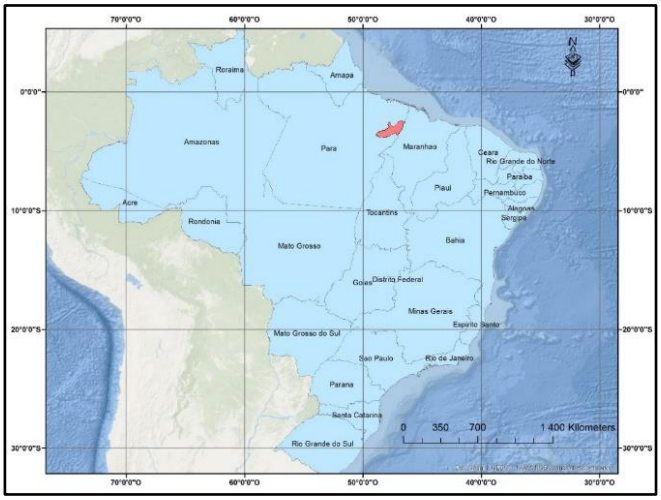
منطقة الدارسة :

تم اجراء هذه الدراسة في مقاطعة باراغومیناس هي إحدى مقاطعات ولاية بارا في شرق الأمازون التي يقطعها الطريق الفيدرالي بين بيليم وبرازيليا (BR-010). حيث تمثل هذه المنطقة تجربة لتطبيق خطط التنمية المستدامة في الأمازون البرازيلية والتي سوف تعمم لاحقا في كافة انحاء غابات البرازيل وفي حال نجاحها. تقع المنطقة الحضرية على خط عرض 2.995 درجة جنوبًا وخط طول 47.353 درجة غربًا، على ارتفاع 90 مترًا (الشكل 1). تبلغ المساحة الإجمالية للمقاطعة 19395 كيلومتر مربع. المناخ دافئ ورطب، بمتوسط درجة حرارة سنوية 26 درجة مئوية ومتوسط رطوبة نسبية 81٪. يبلغ متوسط هطول الأمطار السنوي 1800 ملم، مع موسم الأمطار من ديسمبر إلى مايو ويسقط تسعون في المائة من هطول الأمطار السنوي خلال موسم الأمطار (Pinto et al.، 2009)، اما متوسط هطول الأمطار من شهر يونيو إلى نوفمبر فقد كان أقل من 100 ملم.

تقع باراغومیناس في "قوس إزالة الغابات"، الذي يضم الجزء الشرقي والجنوبي من الغابات عبر ولايات مارانهاو وبارا وتوكانتينز وماتو غروسو وروندونيا ، حتى جنوب شرق اكرا. في باراغومیناس تاثرت الغابات بشدة بسبب استخراج الأخشاب صناعة الفحم، وتربية الماشية، ومؤخراً بزراعة محاصيل الذرة وفول الصويا. أدى التغيير في استخدام الأراضي إلى إزالة الغابات بشكل تراكمي قدره 8600 كيلومتر مربع في عام 2010، أو 44 ٪ من مساحة المقاطعة (INPE، 2010). في عام 2006، تم وضع باراغومیناس في القائمة الحمراء لإزالة الغابات بشكل غير قانوني لمنطقة الأمازون. وقرر أصحاب المصلحة المحليون مع الجزء الأكبر من المزارعين احترام القوانين البيئية من خلال تغيير نموذج الاستغلال المفرط الى نموذج التنمية المستدامة للإقليم. ومنذ العام 2006، تشارك مقاطعة Paragominas في الحد من إزالة

DOI:10.52113/uj05/023-16/421-430

الغابات من أجل التنمية المستدامة، والتي تم تصنيفها بواسطة برنامج Green County (Poccard-Chapuis R. ، وآخرون ، 2015). ان هذه السياسات ساهمت بشكل كبير في الحد من ازالة الغابات وتدهورها.

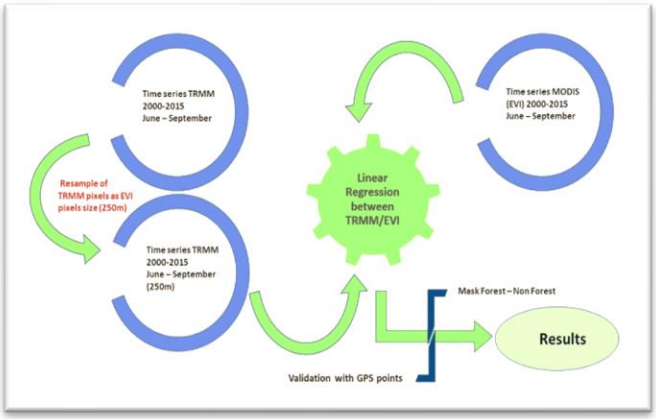


الشكل (1) موقع منطقة الدراسة باللون الاحمر

البيانات المستخدمة وطريقة العمل

يعد فهم التفاعلات بين العمليات البيولوجية والمناخية أمرًا ضروريًا لمعرفة حساسية الغطاء النباتي لهطول الأمطار. ويمكن تقييم العلاقة بين نشاط التمثيل الضوئي وهطول الأمطار من خلال بيانات الاستشعار عن بعد (Nicholas C.، et al.، 2014؛ Phompila، C.، et al.، 2015). تم استخدام بيانات الغطاء النباتي المحسن MODIS (بيانات EVI MOD13Q)، من القمر الصناعي Aqua / Terra التابع لوكالة ناسا الامريكية (https://disc.gsfc.nasa.gov/datasets/TRMM_3B42_Daily_7/summary) والمتوفرة بدقة 250 مترًا ، وتكرار خلال 16 يوم ، ان هذه البيانات تسمح بتقدير التباين المكاني لنشاط التمثيل الضوئي للمنطقة. واستخدمت ايضا بيانات بعثة قياس هطول الأمطار المدارية TRMM (3B42RT) لحساب قيمة هطول الأمطار التابع لوكالة لناسا الامريكية بدرجة دقة تبلغ (0.25 درجة) وبتردد الشهري. نستخدم هذه البيانات خلال موسم الجفاف (يونيو - سبتمبر) المقابلة لنضوب مياه من التربة ومن عام 2000 إلى 2015، لتقدير الانحدار الخطي بين نشاط التمثيل الضوئي وهطول الأمطار (Wong W.F.J. 2011)

حيث تمت إعادة تحويل الدقة التميزية الارضية لبيانات TRMM من (0.25 درجة) الى (250 م) بشكل مساوي لبيانات MODIS EVI، ثم تم تجميع بيانات MODIS EVI من نطاق يومي الى نطاق شهري. اجري حساب متوسط مؤشر الضعف الاقتصادي على مقياس شهري.

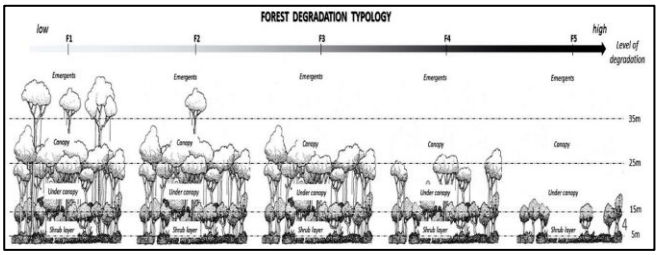


الشكل (2). خطوات منهجية مؤشر معامل الانحدار الخطي / EVI TRMM

واستخدمنا بيانات PALSAR-2 المحملة من موقع للقمر الاصطناعي الياباني ALOS وللسنوات 2007 و2008 و2009 و2010 و2015 لإنشاء قناع وفصل صنف الغابات عن اصناف استخدامات الأراضي الأخرى. تم تحقيق الملاحظات الميدانية من خلال الزيارات الميدانية واخذ 271 نقطة GPS في عام 2015 لتقييم مستويات تدهور الغابات في المنطقة (الشكل 2). يعتمد التوصيف على التحليل المرئي للمؤشرات المورفولوجية: كثافة الأشجار السائدة، وخشونة المظلة، وعدد الطبقات، وارتفاع المظلة. ومن خلال الجمع بين هذه المؤشرات، تم تصنيف نقاط المراقبة (GPS) في خمس فئات تدهور: من F1 للتدهور المنخفض، إلى F5 للتدهور العالي (Bourgoin C. et al. 2016) (الشكل 3). الفئة (F1)

DOI:10.52113/uj05/023-16/421-430

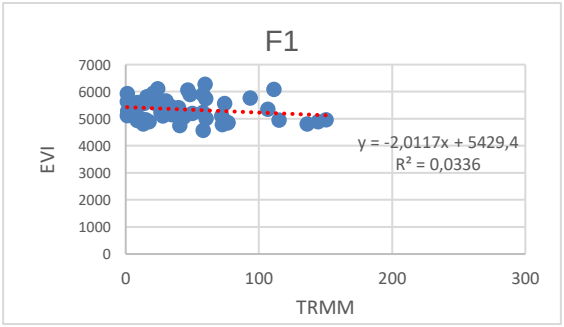
تشير إلى الغابة غير المتدهورة (F2، F3، F4) إلى قطع الأشجار الانتقائي بكثافة مختلفة و (F5) هي منطقة الفحم ومناطق الاحتراق. تُستخدم نقاط المراقبة (GPS) للتحقق من قدرة الانحدار الخطي بين مؤشر EVI ومؤشر TRMM لتقدير تدهور الغابات .

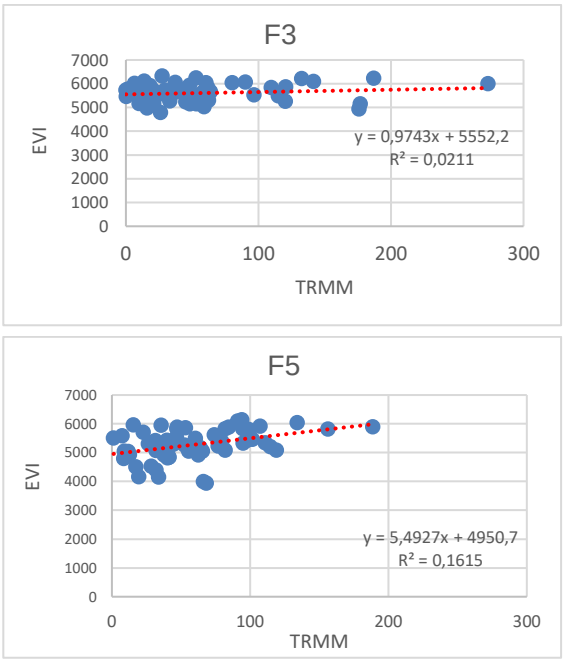


(الشكل 3). تصنيف تدهور الغابات Bourgoin C. et al., 2016

النتائج والمناقشة :

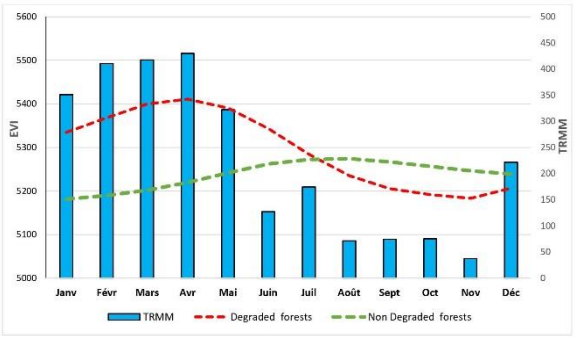
تشير النتائج إلى إمكانية تحديد حساسية الغابات للجفاف وفقًا لاستجابة الغطاء النباتي خلال موسم الجفاف باستخدام الانحدار بين مؤشر الغطاء النباتي المعزز MODIS (EVI) وبيانات TRMM خلال الأشهر الأربعة الأولى من موسم الجفاف وبالتالي تحديد اضطرابات الغابات. تم تراكب نقاط المراقبة البالغ عددها 271 مع خمسة مستويات من اضطراب الغابات (تدهورها) (F1، F2، F3، F4، F5) مع خريطة منحدر الانحدار بين EVI (MODIS) و TRMM. أظهر تصنيف النقاط قيمًا متوسطة مختلفة للانحدار R^2 لكل فئة من فئات الاضطرابات: - 2.01 لـ F1، -0.52 لـ F2، 0.97 لـ F3، 1.31 لـ F4 و 5.49 لـ F5 الشكل (4). ان الفرق في القيم المتوسطة بين الفئات كانت ذو دلالة إحصائية قوية، مع قيمة $p < 0.01$ (قيمة $p = 6.16 E-24$).





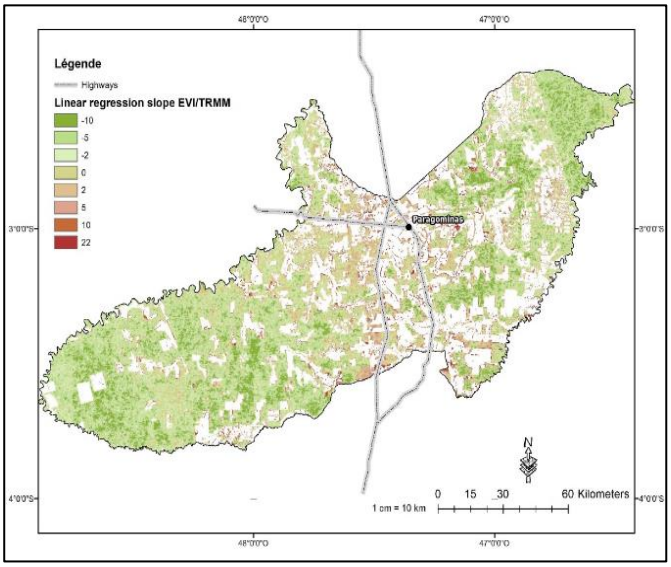
الشكل (4) فئات تدهور الغابات في باراغومیناس. الانحدار الخطي بين قيم EVI وTRMM لنقاط المراقبة المصنفة في خمسة مستويات تدهور (F1-F3-F5).

ان الغابات غير المتدهورة لها ارتباط سلبي مع هطول الأمطار (حساسية منخفضة للجفاف)، يستمر نشاط التمثيل الضوئي في الزيادة خلال بداية موسم الجفاف (الشكل 5). يحدث تناقص التمثيل الضوئي فقط في نهاية موسم الجفاف. على العكس من ذلك، تُظهر الغابات المتدهورة ارتباطًا إيجابيًا مع هطول الأمطار: (حساسية عالية للجفاف)، ينخفض نشاط التمثيل الضوئي عندما ينخفض هطول الأمطار من بداية موسم الجفاف (الشكل 5). لذلك، يُظهر منحدر الانحدار الخطي بين EVI وTRMM في بداية موسم الجفاف قابلية تعرض الغابات للجفاف ويسمح بتحديد مستويات مختلفة من تدهور الغابات.



DOI:10.52113/uj05/023-16/421-430

الشكل (5) العلاقة بين (MODIS) EVI و TRMM. في الغابات غير المتدهورة (باللون الخضر)، يتزايد منحنى مؤشر الضعف الاقتصادي خلال بداية موسم الجفاف (من يونيو إلى سبتمبر) ثم ينخفض بعد ذلك. اما في الغابات المتدهورة (باللون الأحمر) ، يتناقص منحنى مؤشر الضعف الاقتصادي منذ بداية موسم الجفاف.



الشكل (6): خريطة الانحدار الخطي بين (MODIS) EVI و TRMM للفترة 2000-2015 خلال بداية موسم الجفاف (يونيو - سبتمبر). تمثل القيم السلبية العالية باللون الأخضر الداكن الغابات غير المتدهورة، والقيم الإيجابية في الألوان الحمراء تمثل الغابات المتدهورة.

أظهرت الخريطة (الشكل 6) غابة شديدة الحساسية للجفاف في وسط مقاطعة باراغومیناس ، والتي تم تفسيرها من خلال زيادة الاضطرابات بسبب النشاط البشري المرتفع بالقرب من الطريق الممهد ، BR-010 الذي يربط بيليم ببرازيليا. يتغير استخدام الأراضي من الغابات إلى المراعي والأراضي الزراعية، كما أن البقع الحرجية المتبقية، المجاورة للمناطق المفتوحة، أكثر اضطراب من خلال قطع الأشجار الانتقائي والفحم وحرق الغابات. الجزء الشمالي الشرقي الأقصى من باراغومیناس هو محمية للسكان الأصليين، وهو ما يفسر قلة الاضطراب للغابات. يتم تشغيل الجزء الجنوبي الغربي من البلدية من قبل مؤسسة أخشاب استثمارية معتمدة على خطة لإدارة الغابات بشكل علمي، مع انخفاض ضغط حصاد الأخشاب (Tritsch، I. وآخرون ، 2016): لذلك يتم الحفاظ على هيكل الغابات بشكل أكبر من باقي المناطق.

أظهر الدراسات السابقة أن مؤشر الضعف الاقتصادي لديه نمط موسمي ثابت عبر المنطقة الواسعة التي تغطي نطاق الغابات دائمة الخضرة عمومًا. يلعب النقل الموسمي لتخزين المياه الجوفية دورًا مهمًا في الغابات الاستوائية Kaiyu G. et al. (2015) ، أن 39.8 ٪ من إجمالي إمدادات المياه في موسم الجفاف في حوض الأمازون يتم توفيره من خلال تخزين المياه في الموسم الرطب السابق. تعتمد الميزانية المائية في الغالب على طول المواسم الجافة، بالإضافة إلى مدخلات هطول الأمطار الزائدة وبالتالي تخزين المياه الجوفية أكبر نسبيًا خلال المواسم الرطبة. يؤدي فائض هطول الأمطار خلال موسم الأمطار في الأمازون إلى تخزين كبير للمياه، في شكل رطوبة التربة والمياه الجوفية (Crowley and Mitrovica، 2006؛ Pokhrel، Y.N et al.، 2013). يتم استخدام هذا الاحتياطي لاحقًا بواسطة الغابات خلال بداية مواسم الجفاف، بمعدل نضوب يبلغ حوالي 65.5 ملم. الشهر الأول، من خلال آلية جذور النباتات العميقة (Nipstad, DC et al., Bates, A.K., and Silva Dias MAF, 2010).

أظهرت نتائجنا أن هذه الظاهرة تسمح بتحديد ورسم خرائط تدهور الغابات في خمس فئات من مستويات الشدة. يعتمد المؤشر على العلاقة بين بيانات MODIS Enhanced Vegetation Index EVI مع السلاسل الزمنية لهطول الأمطار TRMM للكشف عن التفاصيل المكانية والزمانية لفينولوجيا الغابات. تم تحديد مستوى الاضطرابات الحرجية وفقًا لاستجابة الغطاء النباتي لانخفاض هطول الأمطار خلال بداية موسم الجفاف.

تستمر الغابات الأولية غير المتدهورة في النمو خلال بداية موسم الجفاف. كما أوضح Wagner F.H. ، وآخرون (2017) ، فإن الاختلاف الموسمي في إنتاج الأوراق ناتج إلى حد كبير عن إشارات المناخ في الغابات المطيرة: بالنسبة لـ 70.4 ٪ من غابات الأمازون ،

DOI:10.52113/uj05/023-16/421-430

تؤدي الزيادة في التشمس إلى التقدم المرئي لنمو الأوراق. لا يقتصر النمو على هطول الأمطار لأن الجذور العميقة للأشجار تستكشف المياه الجوفية. ينخفض مؤشر EVI فقط في نهاية موسم الجفاف عندما لا يكون الماء المخزن في طبقات التربة العميقة متاحًا للجذور. لذلك، يكون لنشاط التمثيل الضوئي للغابة ارتباط منخفض مع هطول الأمطار (Alfredo R. H., et al., 2006; Humberto A. B., 2011; Fan, Y., et al., 2013; Restrepo-coupe, et al. 2013; Kaiyu G., et al.,2015). وهذا ما اتفق مه هذه الدراسات التي أوضحت ما توصلت اليه الدراسة

الاستنتاجات:

أظهرت نتائجنا أن الغابات المضطربة لها سلوك مختلف خلال بداية موسم الجفاف. يرتبط مؤشر الضعف الاقتصادي بهطول الأمطار والانخفاض عن الأشهر الأولى من موسم الجفاف. الفرضية لتفسير هذه الظاهرة هي أن الأشجار الصغيرة للنباتات الفتية في غابة متدهورة لها نظام جذر ضحل غير قادر على الوصول إلى المياه المخزنة في طبقات التربة العميقة. والسبب الآخر هو فتح المظلة مما يزيد من الإشعاع ودرجة الحرارة بالقرب من سطح التربة. ان العلاقة بين EVI و TRMM في بداية موسم الجفاف هي مؤشر مناسب لقياس اضطراب الغابات، ويمكن استخدام شدة الانحدار الخطي لتحديد المستويات المختلفة لتدهور الغابات. تم التحقق من صحة المؤشر في منطقة على حدود غابات الأمازون، مع موسم جفاف أطول وأقوى من الجزء الأوسط والشمالي من المنطقة الأحيائية لغابات الأمازون. كما يمكن تقييم أهمية المؤشر في المناطق الأكثر رطوبة.

المصادر:

1. Alfredo R. H., Kamel D., Yosio E. S., Piyachat R., Scott R. S., Lucy R. H., Wenze Y., Ramakrishna R. N., and Ranga M., (2006), Amazon rainforests green-up with sunlight in dry season, Geophysical research, Vol. 33, L06405, doi:10.1029/2005GL025583

2. Betts, A. K., and Silva Dias M. A. F. (2010), Progress in understanding land-surfaceatmosphere coupling from LBA research, J. Adv. Model. Earth Syst., 2, 6, doi:10.3894/JAMES.2010.2.6.

3. Bourgoin C., Blanc L., Baghdadi N., Ferreira J., Oszwald J., Sist P., Gond V., A typology of forest degradation in the eastern Amazon using remote sensing (2016), Montpellier, France, the 53rd Association for Tropical Biology and Conservation (ATBC), DOI:10.13140/RG.2.1.1790.6167.

4. Crowley, J., and J. Mitrovica (2006), Land water storage within the Congo Basin inferred from GRACE satellite gravity data, Geophys. Res. Lett., 33, 2–5, doi:10.1029/2006GL027070.

5. Davidson, E., Lefebvre P. A., Brando P. M., Ray D. M., Trumbore S. E., Solorzano L. A., Ferreira J. N., Bustamante M. M. C., and Nepstad D. C. (2011), Carbon Inputs and Water Uptake in Deep Soils of an Eastern Amazon Forest, For. Sci., 57(1), 51–58,

6. Fan, Y., H. Li, and G. Miguez-Macho (2013), Global patterns of groundwater table depth. Science, 339(6122), 940–3, doi:10.1126/science.1229881, http://www.usc.es/export/sites/default/en/investi

DOI:10.52113/uj05/023-16/421-430

12. Meir, P.; Brando, P.; Nepstad, D.; Vasconcelos, S.; Costa, A.C.L.; Davidson, E.; Almeida, S.; Fisher, R.A.; Sotta, E.D.; Zarin, D.; Cardinot, G., (2009), The Effects of Drought on Amazonian Rain Forests, (2009), Geophys. Monogr. Ser., vol. 186, edited by M. Keller et al., pp. 429-449, AGU, Washington, D. C., Doi:10.1029/2009GM000882.

13. Toomey M., Dar A. R., Christopher S., Michael L. G., and Joseph P. M., (2011), Remotely sensed heat anomalies linked with Amazonian forest biomass declines, Geophysical research letters, Vol. 38, L19704, doi:10.1029/2011GL049041, 2011, http://www.people.fas.harvard.edu/~mtoomey/Toomey_2011_GRL.pdf

14. Moutinho P, Guerra R, Azevedo-Ramos C. (2016). Achieving zero deforestation in the Brazilian Amazon: What is missing? Elem Sci Anth 4 : 000125. Doi: 10.12952/journal.elementa.000125.

15. Nepstad D. C., De Carvalho C. R., Davidson E. A., Jipp P. H., Lefebvre P. A., Negreiros G. H., Da Silva E. D., Stone T. A., Trumbore S. E., and Vieira S. (1994), The role of deep roots in the hydrological and carbon cycles of Amazonian forests and pastures, Nature 372, 666 - 669 (15 December 1994); doi:10.1038/372666a0.

16. Nepstad, D., McGrath, D., Stickler, C., Alencar, A., Azevedo, A., Swette, B., Bezerra, gacion/grupos/gfnl/documents/papers/Science-2013-Fan-940-3.pdf

7. Findell, K. L., Shevliakova, E., Milly, P. C. D., & Stouffer, R. J. (2007). Modeled impact of anthropogenic land cover change on climate. Journal of Climate, 20, 3621–3634.

8. Humberto A. B., Lakshmi T. V. K., (2011), What do vegetation indices tell us about the dynamics of the Amazon evergreen forests? Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.6488, http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0908.pdf

9. INPE (2010) Prodes digital 2010 [www document]. URL http://www.obt.inpe.br/prodes/

10. INPE/PRODES, (2016), Monitoramento da floresta Amazônica brasileira por satélite – projeto PRODES. São Paulo, Brasil : Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Accessed July 2016, http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes/prodes

11. Kaiyu G., Ming P., Haibin L., Adam W., Jin W., David M., Kelly K. C., Justin S., Eric F. W., Yadvinder M., Miaoling L., John S. K., Scott S., Joe B., Joanna J., and Alexei I. L., (2015), Photosynthetic seasonality of global tropical forests constrained by hydroclimate, NATURE GEOSCIENCE, DOI: 10.1038/NGEO2382,

21. Poccard-Chapuis R., Carvalho S., Burlamaqui A., Navegantes L., Plassin S., El Husny J.C., Piketty M.G., Tourrand J.F. (2015) : "Des cendres de la forêt à l'économie verte, l'évolution agraire en Amazonie orientale traduit-elle un mouvement d'intensification écologique ?", Fourrages, 222, 125-133.

22. Pokhrel, Y. N., Fan Y., Miguez-macho G., Han S., Sciences P., Brunswick N., and Group N. P. (2013), The Role of Groundwater in the Amazon Water Cycle: 3. Influence on Terrestrial Water Storage and Comparison with GRACE, J. Geophys. Res. Atmos., 118(8), 3233–3244.

23. Restrepo-coupe, N., da Rocha, H. R., Hutyra, L. R., da Araujo, A. C., Borma, L. S., Christoffersen, B., ... Saleska, S. R. (2013). What drives the seasonality of photosynthesis across the Amazon basin? A cross-site analysis of eddy flux tower measurements from the Brasil flux network. Agricultural and Forest Meteorology, 182-183, 128-144. Doi: 10.1016/j.agrformet.2013.04.031. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168192313001184

24. Sombroek, W., (2001). Spatial and temporal patterns of Amazon rainfall. Consequences for the planning of agricultural occupation and the protection of primary forests. Nov 2001: Vol. 30, Issue 7, pg(s) 388-396https://doi.org/10.1579/0044-7447-30.7.388,

T., DiGiano, M., Shimada, J., Seroa da Motta, R., Armijo, E., Castello, L., Brando, P., Hansen, M.C., McGrath-Horn, M., Carvalho, O., Hess, L., (2014). Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. Science, 344, p. 1118–1123. DOI :10.1126/science.1248525

17. Nicholas C., Le Y., Haohuan F., Conghui H., Peng G., (2014), Global-Scale Associations of Vegetation Phenology with Rainfall and Temperature at a High Spatio-Temporal Resolution, Remote Sensing, 6, 7320-7338; doi:10.3390/rs6087320, ISSN 2072-4292.

18. Oliveira, R. S., Dawson T. E., Burgess S. S. O., and Nepstad D. C. (2005), Hydraulic redistribution in three Amazonian trees, Oecologia, 145, 354 – 363, Doi: 10.1007/s00442-005-0108-2.

19. Phompila, C., Lewis, M., Ostendorf, B., Clarke, K., (2015), MODIS EVI and LST Temporal Response for Discrimination of Tropical Land Covers, Remote Sens.7, 6026-6040; doi:10.3390/rs70506026, ISSN 2072-4292.

20. Pinto, A., Amaral, P., Souza Jr., C., Verissimo, A., Salomão, R., Gomes, G. & Balieiro, C. (2009). Diagnóstico socioeconômico e florestal de Paragominas [Socioeconomic and forestry diagnosis of Paragominas]. Belém: Imazon.

2040, http://www.jstor.org/stable/pdf/176707.pdf

29. Wong W.F.J., (2011) Spatial and temporal analysis of MODIS EVI and TRMM 3B43 rainfall retrievals in Australia. In Proceeding of the 19th International Conference on Geoinformatics, Shanghai, China, 24–26 June 2011; pp. 1–7., http://ieeexplore.ieee.org/document/5980968/

The use of Remote Sensing to assess of tropical forests drought sensitivity in the eastern Amazon

Ali Fadhil Hassan

Al-Muthanna University, College of Education for Humanity Sciences, Department of Geography

ABSTRACT

Since the year 2005, Brazilian Amazon has experienced the decline of deforestation rates due to regional & federal public policies as well as to production chains commitments. The agricultural frontier seems to be stabilized with a fragmented landscape of cropland, pasture and primary and secondary forest patches. But, the forestry remaining was experienced a process of forest degradation: recurrent, selective logging and non-controlled fire that is coming from the harvesting areas which occurring in the forest mosaics which reduce their biomass and their biodiversity and increase their vulnerability to dryness and fire. Assessing the forest degradation is an important environmental and economic challenge, as it could reduce

http://www.bioone.org/doi/full/10.1579/0044-7447-30.7.388

25. Stephen R. H., Ralf T., Marion P., Edgar C. T., Reuben N., Robert M. E., (2015), The relationship between leaf area index and microclimate in tropical forest and oil palm plantation: Forest disturbance drives changes in microclimate, Agricultural and Forest Meteorology, http://dx.doi.org/10.1016/j.agrformet.2014.11.010, Volume 201, 15 February 2015, Pages 187–195, http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168192314002780

26. Tritsch, I., Sist, P., Narvaes, I. D. S., Mazzei, L., Blanc, L., Bourgoin, C. & Gond, V. (2016). Multiple patterns of forest disturbance and logging shape forest landscapes in Paragominas, Brazil. Forests, 7(12), 315.DOI: 10.3390/f7120315.

27. Wagner FH, He´rault B, Rossi V, Hilker T, Maeda EE, Sanchez A, et al. (2017) Climate drivers of the Amazon forest greening. PLoS ONE 12(7): e0180932. https://doi.org/10.1371/journal. pone.0180932

28. William F. L., Leandro V. F., Judy M. R. M., Susan G. L., (1998), Rain Forest Fragmentation and the Dynamics of Amazonian Tree Communities, Ecological Society of America, Vol. 79, No. 6 (Sep., 1998), pp. 2032-

strongly the ecosystem services providing by forest. This paper proposes a method for monitoring Amazonian tropical forest degradation based on it's vulnerability to dryness, with hypothesis is higher the forest is degraded, lower is its photosynthetic activity during dry season. Linear regressions were performed between MODIS EVI and TRMM monthly values for MODIS pixels, to evaluate the dependency of forests photosynthetic activity on rainfall. A method was applied in Paragominas county, located in eastern of Brazil, that covering about 19,342 km². It was processed between the 2000-2015 period and was evaluated with field observations on the structure of the forest and characterizing the degradation phenomena. Results have showed the possibility of distinguishing disturbed forests from undisturbed primary forests with this index during dry season because the trees are capable of explore deep water storage, and minimize of dry air stress because of the high and close canopy, and the reduced fragmentation. this index was never using to assess the forest degradation.

Keywords: Forest degradation, TRMM, EVI, Tropical Forest, Forests drought sensitivity