استخدام بيانات القمر TRMM لدراسة تغيرات الخط المطري لأغراض الجفاف

زيدون طه عبد الرزاق* عبد الكريم عبد علي محمد*

*وزارة العلوم والتكنولوجيا، دائرة الفضاء والاتصالات، بغداد-العراق

zaidoon.taha@live.com

الخلاصة:

يهدف البحث الى بيان إمكانية ودقة بيانات القمر TRMM في رسم ومراقبة زيادة وانحسار الخطوط المطرية خلال المواسم السابقة، اذ تعد مراقبة هذه الخطوط مؤشر مهم في مراقبة الجفاف والتصحر. تم في هذه الدراسة رسم خرائط الخط المطري لعدة سنين متفاوته، اشتقت هذه الخرائط من بيانات 23 محطة أرضية وأخرى من بيانات القمر TRMM مشتقة من 23 نقطة مكافئة للمحطات الأرضية، لبيان إمكانية استكمال بيانات المحطات الأرضية في حالات النقص وعدم التغطية الكافية. كذلك اعدت خرائط أخرى مشتقة من بيانات التغطية الكاملة لقمر TRMM وذلك لبيان مدى دقة بيانات القمر في رسم وتحديد الخطوط المطرية، وبيان مدى تغطية وصلاحية هذه البيانات في مراقبة زيادة وانحسار الخطوط المطرية مع الزمن.

المقدمة:

تعد تقنيات التحسس النائي (Remote Sensing) من التقنيات المهمة في مجال الانواء الجوية، فقد أصبحت وسيلة فعّالة لدراسة الظواهر الجوية، وقياس عناصر الغلاف الجوي باستخدام الاقمار الصناعية التي تقوم بالتقاط البيانات والصور الفضائية باستخدام الموجات الكهرومغناطيسية ذات الاطوال الموجية المختلفة، وهذه الصور او البيانات ذات مقاييس مختلفة وتوفر تغطية شاملة للظواهر الجوية مثل الأقمار الصناعية الأنوائية (NOAA, METEOSAT)، والتي تعطي معلومات عن الظواهر الجوية وقد استمر اطلاق الاقمار الصناعية الأنوائية لدراسة الظواهر الجوية المختلفة ومن هذه الاقمار هي (Terra, Aqua and TRMM) وهي من الاقمار الصناعية الحديثة والتي تحمل متحسسات متعددة، وذات قوة تحليل مكانية عالية وبأطوال موجية متعددة.

تعد الأمطار من العناصر الجوية المهمة والتي تمثل شكلاً من أشكال الهاطل (Precipitation) الذي يمثل جميع صور الماء الواصلة الى سطح الأرض، ولقد تأثر الأنسان منذ القدم بتفاوت واختلاف هذا العنصر مما ركز اهتمام الكثير من الباحثين الجغرافيون والانوائيون وغيرهم ببعض الظواهر المرتبطة بهذا العنصر الجوي كالفيضانات والجفاف وفترات زيادة الأمطار وقلتها (جاسم وآخرون، 2012). اما ظاهرة الجفاف (Drought) فهي من الظواهر المناخية الجغرافية الهامة التي أخذت تشغل اهتمام العديد من الباحثين في الآونة الأخيرة باعتبارها من المشكلات العالمية وإحدى الكوارث الطبيعية التي اصبحت أثارها السلبية لا تقتصر على منطقة محدودة، بل قد تحتل مساحة دولة بكاملها ضمن حدودها الجغرافية او تحتل

جزء كبيراً من مساحتها. والجفاف كظاهرة مناخية متكررة ودورية فهي تحدث نتيجة تراجع في كمية الأمطار الساقطة عن معدلها العام لفترة طويلة او قصيرة من الزمن مما يؤدي الى قلة كمية المياه الجارية في الانهار وانخفاض في مستوى المياه الجوفية وقلة رطوبة التربة وانحسار في مساحات الغطاء النباتي والمراعي الطبيعية. وتعد مشاكل الجفاف واحدة من أهم المشاكل التي تعاني منها اغلب مناطق العالم الرطبة والشبه الرطبة الجافة وشبه الجافة ومنها العراق (جاسم، 2012).

ولإجراء هكذا دراسات يجب توفير بيانات عالية الدقة تغطي أكبر رقعة جغرافية ممكنة لتغطي الحدث، حيث ان محطات الارصاد الارضي لا تعد كافية في الوقت الحالي مما دفعنا الى البحث عن مورد أكثر شمولاً ودقة وهي بيانات الاقمار الصناعية وعلى وجه الخصوص قمر TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission).

مناخ العراق:

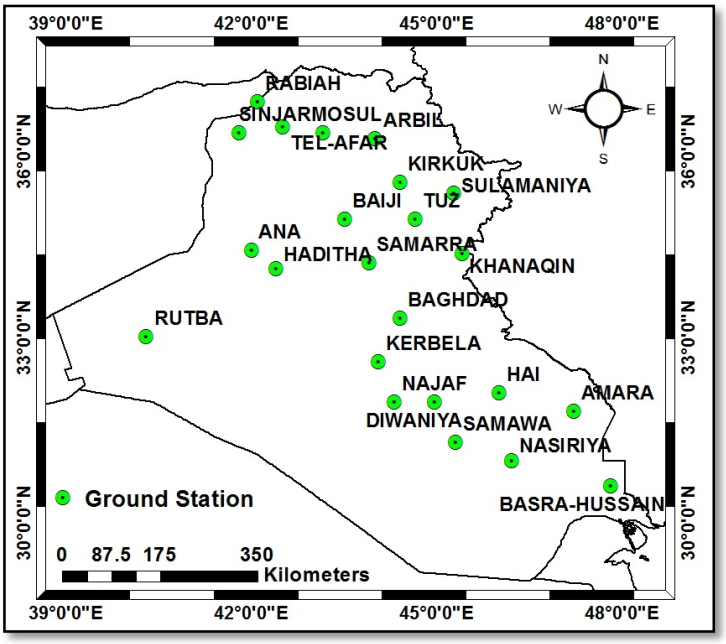
يتميز مناخ العراق بصيف حار جدا وشتاء قصير بارد وأيضاً بأتساع المدى الحراري اليومي والسنوي وذلك لانعدام المسطحات المائية الواسعة التي تقلل من برودة الشتاء وحرارة الصيف (الشلش، 1988). يعد شهر كانون الثاني هو أبرد الاشهر مع معدل درجة حرارة يومي يتراوح بين 3-12 درجة مئوية بينما تموز هو أحر الاشهر صيفا وبمعدل حرارة يومية يصل الى 38 درجة مئوية ويمكن ان تصل الحرارة العظمى في احيان كثيرة الى 46-50 درجة مئوية. تسقط الأمطار في فصلي الشتاء والخريف وتنعدم صيفاً حيث تعتبر الفترة (تشرين الثاني-نيسان) الاكثر رطوبة وتمثل أكثر من 90% من فترات الهطول السنوي بينما تسقط امطار قليلة ومتفرقة في شهري تشرين الاول وآيار. تتباين الامطار حسب المناطق الجغرافية فهي تقل كلما اتجهنا من الشمال الشرقي نحو الجنوب الغربي حيث تصل الى أكثر من 700 ملم في المناطق الشمالية الشرقية (السليمانية، شقلاوة ودوكان) وقد تصل الى أكثر من 1000 ملم في مرتفعات زاكروس اقصى الشمال الشرقي بينما يكون معدل مجموع الامطار السنوية أقل من 100 ملم في مناطق مثل كربلاء والنجف في الجنوب الغربي. تهب الرياح الشمالية الغربية على العراق طوال فصول السنة ففي الشتاء تكون باردة جافة مصحوبة بسماء صافية أما في الصيف فإنها تلطف الجو وتقلل من درجات الحرارة العالية، كما تهب رياح شرقية او شمالية شرقية شتاءً مصحوبة ببرودة قارصة وسماء صافية، أما الرياح الجنوبية الشرقية فهي دافئة نسبياً ورطبة وتجلب الغيوم والأمطار في بعض الاحيان (الشلش، 1988).

المواد وطرائق البحث:

وصف محطات الرصد في العراق:

اختير في هذه الدراسة 23 محطة ارضية تغطي المنطقة الجافة وشبه الجافة، والمنطقة الرطبة وشبه الرطبة، بشكل جيد كما في الشكل (1)، وتقع على ارتفاعات مختلفة (من 843 متر في السليمانية الى 2 متر فوق سطح البحر في البصرة) كما في الجدول (1). اعتمد في هذه الدراسة على المعدل السنوي للأشهر المطرية (من بداية شهر ايلول الى نهاية شهر نيسان)

لكل موسم مطري كما الجدول (2). استحصلت بيانات الهاطل المطري من الموقع الاوربي لمراقبة الجفاف (EDO-European Drought Observatory) وللفترة من2000-2001 الى 2014-2015. بعدها تم جمع بيانات جميع المحطات الارضية في ملف اكسل للاستفادة منه في رسم خرائط الخط المطري لكل موسم.



شكل 1: خارطة توضح مواقع المحطات الأرضية

جدول 2: محطات الرصد الأرضية (جاسم وآخرون، 2012)

STATION	COD	Longitude	Latitude	Elevation
RABIAH	602	42.1	36.8	382
TEL-AFAR	603	42.5	36.4	400
SINJAR	604	41.8	36.3	550
MOSUL	608	43.15	36.3	223
SULAMANIYA	611	45.27	35.32	843
ARBIL	616	44.0	36.2	420
KIRKUK	621	44.4	35.5	331
ANA	629	42.0	34.4	138
HADITHA	634	42.4	34.1	108
RUTBA	642	40.3	33.0	630
BAIJI	631	43.5	34.9	115
TUZ	632	44.65	34.9	220
SAMARRA	635	43.9	34.2	75
KHANAQIN	637	45.4	34.35	175
BAGHDAD	650	44.4	33.3	31
KERBELA	656	44.05	32.6	29
HAI	665	46.0	32.1	17
NAJAF	670	44.3	31.95	53
DIWANIYA	672	44.95	31.95	20
SAMAWA	674	45.3	31.3	11
NASIRIYA	676	46.2	31.0	5
AMARA	680	47.2	31.8	9
BASRA-HUSSAIN	689	47.8	30.6	2

جدول 2: نموذج من بيانات الرصد الارضي (محطة ربيعة) للموسم 2014-2015

Year	Month	Rainfall (mm)
2014	9	34.89
2014	10	89.31
2014	11	91.94
2014	12	51.22
2015	1	44.42
2015	2	44.07
2015	3	77.17
2015	4	39.27

لمحة عن قمر TRMM

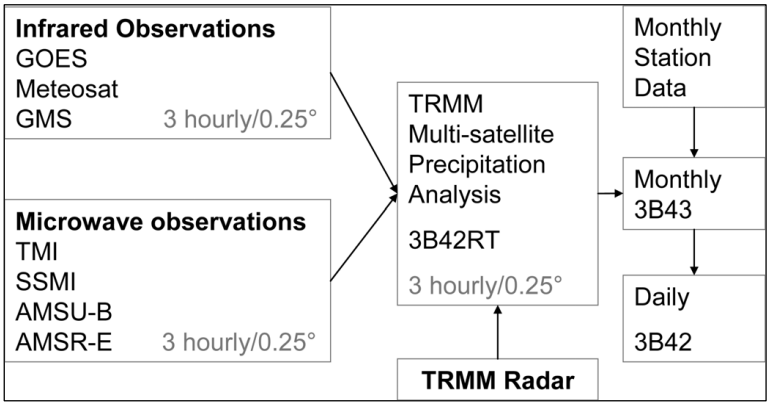
استخدمت في هذه الدراسة بيانات القمر TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) مهمة قياس هطول الامطار المدارية، هو مشروع مشترك بين وكالة ناسا ووكالة استكشاف الفضاء اليابانية. يعد قمر TRMM من الاقمار الرائدة في جمع وتحليل بيانات هطول الامطار مع تركيز خاص على منتجات تقدير الامطار التي تنطبق على أنشطة مراقبة الجفاف. طور فريق وكالة ناسا ادوات واساليب جمع وتحليل بيانات هطول الأمطار من المصادر الأرضية والفضائية ويتيح منتجات بيانات عالية الجودة ناتجة عن هذا العمل. يعمل قمر TRMM أيضاً كمنصة مراقبة رئيسية لهطول الأمطار في العالم. وقد اجتذب منذ إنشائه في عام 1998 جالية كبيرة ونشطة من العلماء المهتمين في التنبؤ وقياس هطول الأمطار. كما تعد المنتجات TRMM مصدر مناسب لرصد الظواهر الهيدرولوجية المتطرفة (Qu *et al*., 2006).

صممت هذه المهمة كما يوحي اسمها أساساً لدراسة الأمطار الاستوائية. على مر السنين، ومع ذلك، فقد اثبت قمر TRMM أن يكون مصدراً لا يقدر بثمن في مجالات التطبيقات الأخرى، مثل رصد الفيضانات والجفاف، اذ يغطي مساحة من سطح الأرض الذي يمتد إلى ما وراء المناطق المدارية، وتغطي رقعة بين 38 N إلى 38 درجة S، وبمدار منخفض على علو 217 ميلاً (350 كيلومتراً) مما يتيح له التحليق فوق كل موقع على سطح الأرض في الاوقات المحلية المختلفة كل يوم. وباستخدام مدخلات اقمار صناعية إضافية، توفر منتجات TRMM تغطية تمتد من 50 درجة شمالاً إلى 50 درجة جنوباً.

متحسسات قمر TRMM

من أهم مصادر بيانات القمر الفضائي TRMM هي المتحسسات المركبة على اجنحته، ويتضمن ثلاث متحسسات من أحدث أجهزة الاستشعار التي تعمل بصورة منفصلة وبالتعاون لكشف وقياس هطول الأمطار. وتشمل رادار الهطول المطري PR (Precipitation Radar)، وميكروويف تصوير TIM TRMM(TRMM Microwave Imager) وماسح الأشعة تحت الحمراء المرئية VIRS (Visible Infrared Scanner)، خضعت البيانات التي جمعتها هذه

المتحسسات للتحقق من صحتها باستخدام رادارات الطقس الأرضية المنتشرة في مواقع من أنحاء العالم (Huffman *et al.*, 2006). بالإضافة إلى قياسات اقمار TRMM ومنتجاته تشمل أيضا القياسات التي أجريت باستخدام الأقمار الصناعية الدولية التي تدور حول الأرض متزامنة مع الأرض. ويوضح الشكل (2) عملية الجمع تخطيطي لمنتجات TRMM تشمل أيضا بيانات قياس الأمطار الأرضية الشهرية لتحسين دقة.



شكل 2: مخطط جمع البيانات لمنتجات TRMM (Huffman *et al.*, 2006)

البيانات المستخدمة

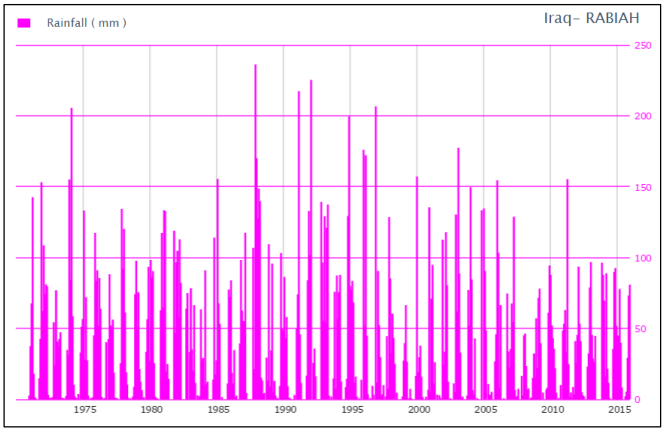
يتيح TRMM تشكيلة كبيرة من منتجات البيانات المصممة لأغراض مختلفة. تم التركيز في هذه الدراسة على تلك الأكثر انطباقاً على تطبيقات رصد الفيضانات والجفاف. هذه المنتجات تسمى بـ (near-real time) اي قرب الوقت الآني، والبيانات الارشيفية او ما تسمى ببيانات جودة البحوث طويلة الامد.

تم معالجة بيانات TRMM منذ عام 1998، عدة مرات لإدراج تحسينات في العمليات والخوارزميات. يرمز لكل إعادة معالجة برقم إصدار. الإصدار الحالي من المنتجات TRMM هو الإصدار (7. 3B42) المنتج المعروف أيضا باسم 3B42v7. اعلى دقة متوفرة لبيانات الهطول المطري هي ربع درجة (0.25° x 0.25°) متاحة لكل ثلاثة ساعات مع شهر تأخير بالإضافة الى بيانات المعدلات اليومية والشهرية، متوفرة بعدة صيغ مثل (HDF, netCDF) (Qu *et al.*, 2006).

البيانات في المواقع العالمية:

تعد المواقع العالمية من أفضل الوسائل المتاحة في الوقت الحالي لاستحصال البيانات، وذلك لسهولة وسرعة الوصول اليها وتوفر العديد من المتغيرات المقاسة ولسنوات عديدة دون تقطع. بالإضافة الى تنوع امتدادات نوع البيانات الذي يوفر مرونة كبيرة في التعامل مع هذه البيانات وعرضها وتفسيرها في برمجيات عديدة. ومن بين هذه المواقع العالمية يعد الموقع الاوربي لمراقبة الجفاف من أفضل المصادر لما يتيحه من مؤشرات قياسية لمراقبة الجفاف. يعد مؤشر الساقط المطري (Rainfall) من اقوى مؤشرات مراقبة الجفاف والذي يوفره هذا الموقع منذ عام 1970 ولغاية الوقت الحالي كما في الشكل (3). كما يتيح لنا المؤشرات الاتية:

- مؤشر الهاطل المطري الموحد The Standardized Precipitation Index (SPI): هو مؤشر إحصائي لمقارنة الهطول الإجمالي في موقع معين خلال فترة محددة من الأشهر مع توزيع الأمطار على المدى الطويل لنفس الفترة من الوقت في ذلك موقع. وهو واحد من مؤشرات الجفاف أكثر شيوعا. في عام 2010 اختارته منظم WMO على أنه مؤشر رئيسي للجفاف (McKee *et al*, 1993).
- رطوبة التربة Soil moisture (pF): هي واحدة من المتغيرات الهامة في الهيدرولوجيا، وعلم المناخ، البايولوجيا، والعمليات الإيكولوجية لأنه يلعب دوراً حاسماً في التفاعلات الحاصلة بين الغلاف الجوي وسطح الأرض.
- التمثيل الضوئي الجزئي الممتص من النشاط الاشعاعي The Fraction of Absorbed Photo synthetically Active Radiation (fAPAR): يمثل جزء بسيط من الطاقة الشمسية التي تمتصها النباتات، واقترح كمؤشر للجفاف بسبب حساسيتها للتأثر الغطاء النباتي. في الواقع الجفاف يمكن أن يسبب انخفاضا في معدل نمو الغطاء النباتي (Gobron *et al.* 2005).

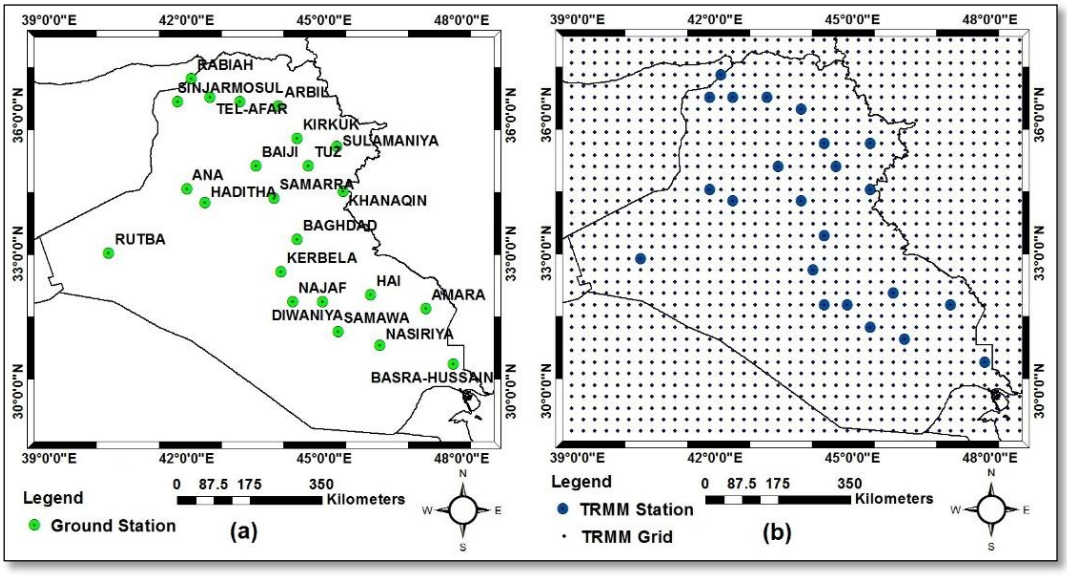


شكل 3: معدلات الهاطل المطري الشهري للفترة (1970-2016) لمحطة ربيعة

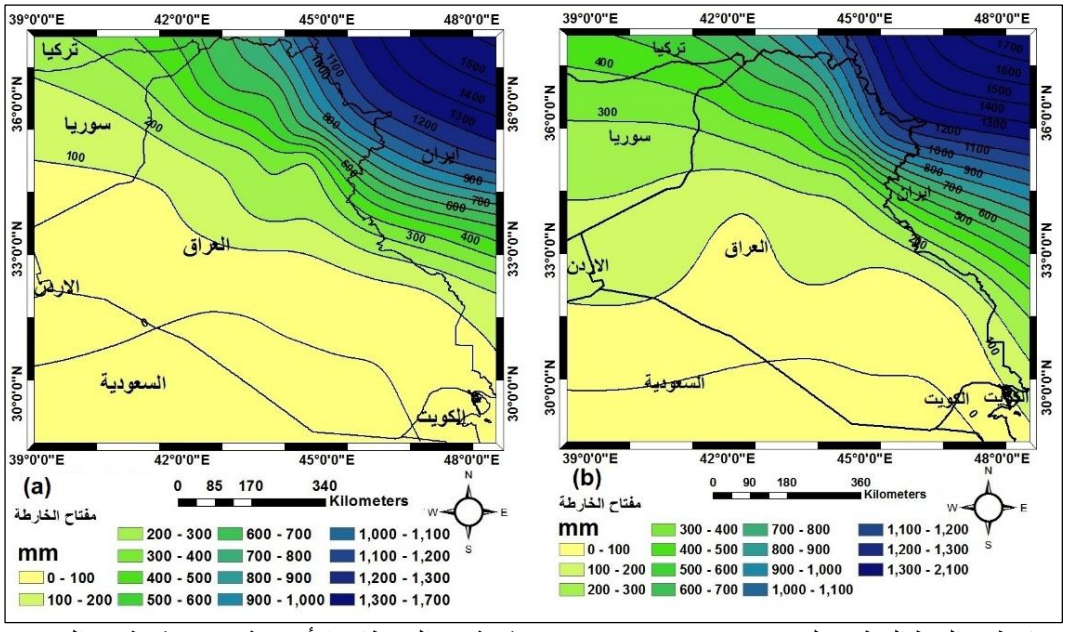
الخطوط المطرية واهميتها:

هي خطوط وهمية تمثل على الخارطة عادة بشكل خطوط كنتورية بالاعتماد على بيانات الهاطل المطري التراكمية لفترة معينة مثلاً لعدة أشهر او لعدة سنوات. يمثل كل خط مطري نسبة الهاطل المطري التراكمي خلال الفترة المختارة، اما المنطقة المحصورة بين خط وآخر تسمى بالفترة الكنتورية. تبرز فائدة الخطوط المطرية بشكل أساسي في مراقبة ظواهر الجفاف والتصحر. تميزت الأمطار في العراق بشكل عام بعدم انتظام توزيعها من حيث المكان والزمان، إذ تختلف كمية الامطار المسجلة في محطات الأنواء الجوية من مكان إلى آخر حسب الارتفاع عن سطح البحر والموقع الجغرافي للمحطة الأنوائية، إذ إنها تزداد في الأماكن المرتفعة بشكلٍ عام، إن المصدر الرئيس الذي يمد الأرض بالماء هي الأمطار التي يمكن دراستها بدلالتين هما التوزيع المكاني والتوزيع الزماني.

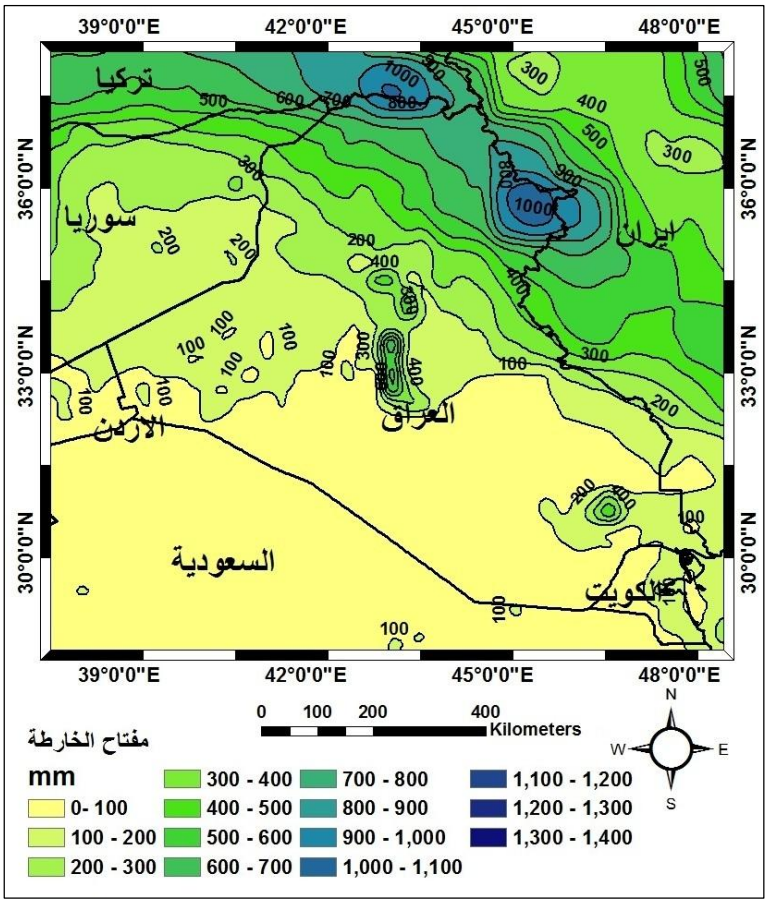
تم في هذه الدراسة رسم خرائط الخط المطري لعدة سنين متفاوته، اشتقت هذه الخرائط من بيانات المحطات الأرضية وأخرى من بيانات القمر TRMM مشتقة من 23 نقطة مكافئة للمحطات الأرضية كما موضح في الشكل (4)، وذلك لغرض مقارنة دقة بيانات القمر والمحطات الأرضية، وبيانات إمكانية هذه البيانات من استكمال بيانات المحطات الأرضية في حالات النقص وعدم التغطية الكافية كما في الشكل (5). كما تم رسم خارطة أخرى مشتقة من بيانات التغطية الكاملة لقمر TRMM وذلك لبيان مدى دقة بيانات القمر في رسم وتحديد الخطوط المطرية، وبيان مدى تغطية وصلاحية هذه البيانات في مراقبة زيادة وانحسار الخطوط المطرية مع الزمن كما في الشكل (6, 7, 8).



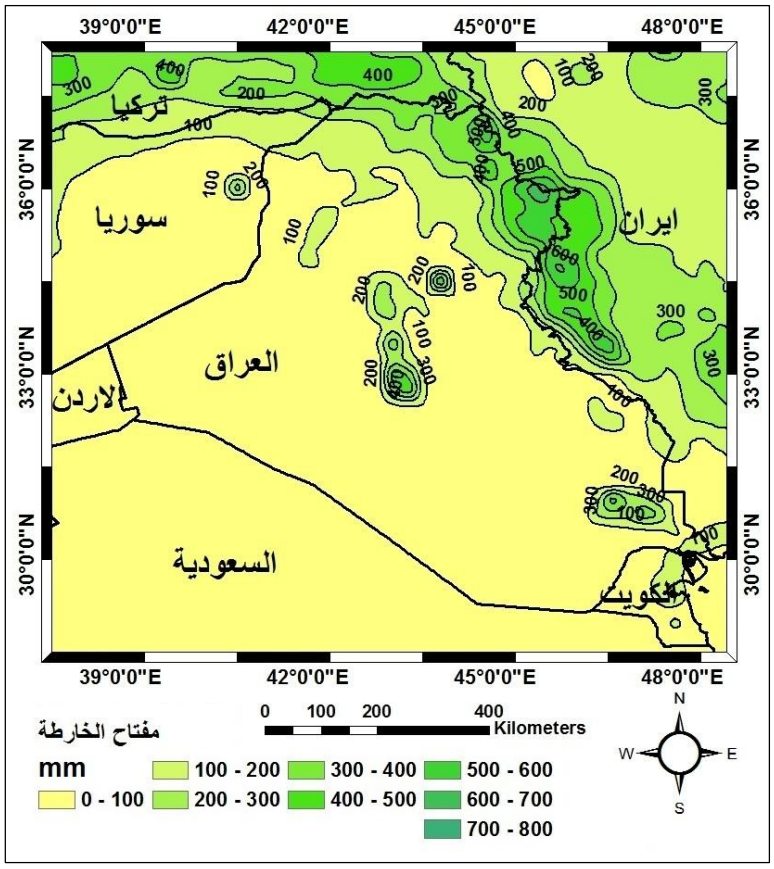
شكل 4: خارطة العراق موزع عليها المحطات (a) المحطات الارضية (b) محطات القمر TRMM



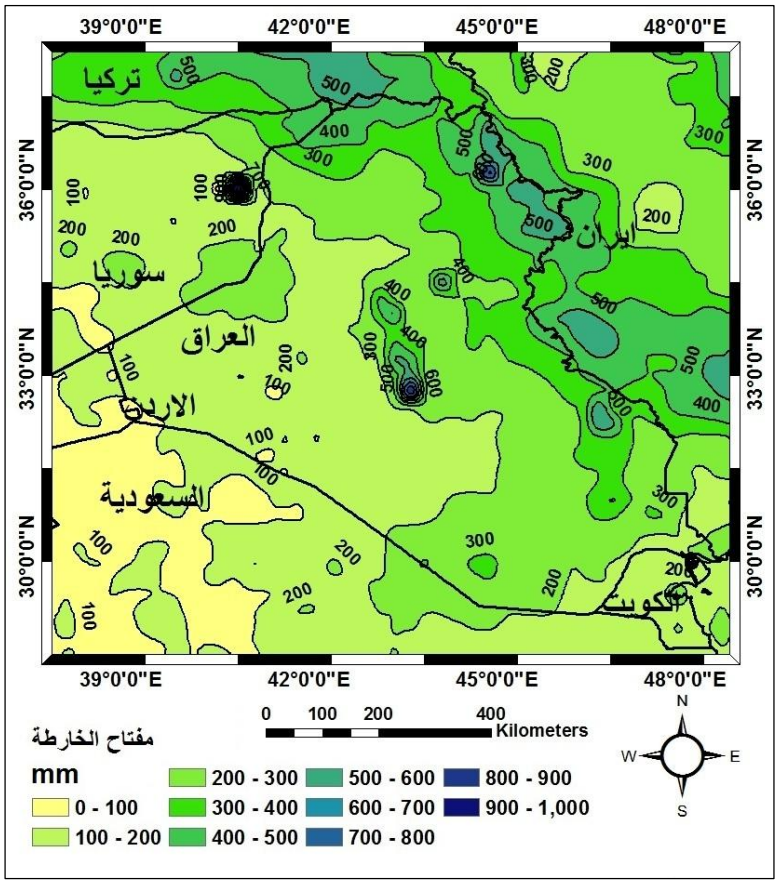
شكل 5: خارطتي الخط المطري لموسم (2002-2003)، (a) مشتقة من المحطات الأرضية، (b) مشتقة من القمر TRMM



شكل 6: خارطة الخط المطري لموسم 2002-2003 مشتقة من بيانات التغطية الكاملة لقمر TRMM



شكل 7: خارطة الخط المطري لموسم 2007-2008 مشتقة من بيانات التغطية الكاملة لقمر TRMM



شكل 8: خارطة الخط المطري لموسم 2013-2014 مشتقة من بيانات التغطية الكاملة لقمر TRMM

النتائج والمناقشة:

من خلال رسم وتمثيل البيانات ومعالجتها تم ملاحظة التالي:

1. وجود تطابق كبير بين الخرائط المرسومة من بيانات المحطات الأرضية والخرائط المرسومة من النقاط المكافئة لها لبيانات القمر TRMM مما يدل على دقة وكفاءة القمر في قياسات الهاطل المطري.
2. انحسرت الخطوط المطرية وتراجعت بشكل ملفت بعد موسم 2007-2008 وذلك من خلال مراقبة الخط المطري 100 ملم، واستمر موسم الجفاف موسم 2013-2014.
3. تعتبر الخرائط المرسومة من بيانات التغطية الكاملة للقمر TRMM أكثر واقعية بسبب تغطيتها المساحة الكلية للعراق، عكس ما هو عليه في خرائط المحطات الأرضية، اذ تعتبر قيم الخطوط المطرية المارة في المناطق التي لا تحتوي على محطات رصد أرضية قريبة بقيم تقريبية او زائفة اعتماداً على قرب أكبر عدد من المحطات الأرضية القريبة.
4. ان الخطأ الحاصل في قياسات محطات الرصد الأرضية لا يمكن تلافيه، عكس بيانات القمر TRMM التي تدخل سلسلة من المعالجات بالاعتماد على موديلات عالمية.

الاستنتاجات

- ان استخدام بيانات القمر كانت مفيدة جداً لمعرفة التوزيع الجغرافي لكميات الامطار الهاطلة في العراق، وبينت صورة زمنية واضحة لسقوط الامطار خلال المواسم، اوضحت بذلك المناطق التي سجلت اعلى هاطل.
- تميزت متحسسات TRMM بإمكانيتها من اعطاء بيانات متكاملة تغطي سنين عديدة وبدقة عالية، وبنسبة خطأ قليلة جداً.
- بينت بيانات TRMM إمكانية استخدامها كبديل لبيانات المحطات الأرضية في الدراسات المحلية الإقليمية لما وذلك لدقتها وتغطيتها الواسعة وسرعة توفرها.
- اتاحت الدراسة امكانية مقارنة بيانات القمر مع مواقع مختلفة من مراصد مراقبة الامطار في العراق لتعطي مؤشر جيد لأغراض المعايرة في حال وجود فروقات كبيرة.
- اعطت الدراسة حافز للتفكير الجدي لدراسة تغيرات الخط المطري لسنين عديدة، خصوصاً مع امكانية توفر البيانات وتحليلها وربطها مع موضوع الجفاف.

المصادر:

1- **EDO-European Drought Observatory.** http://edo.jrc.ec.europa.eu/edov2/php/index.php?id=1000

2- **Gobron N., Pinty B., Mélin F., Taberner M., Verstraete M.M., Belward A., Lavergne T., and Widlowski J.-L. (2005):** The state vegetation in Europe following the 2003 drought. International Journal Remote Sensing Letters, 26 (9): 2013-2020.

3- **Huffman G.J., Adler R.F., Bolvin D.T., Gu G., Nelkin E.J., Bowman K.P., Hong Y., Stocker E.F., Wolff D.B. (2006):** The TRMM multi-satellite precipitation analysis: quasi-global, multi-year, combined-sensor precipitation estimates at fine scale. J. Hydrometeor. 8, 38-55.

4- **McKee, T.B., Doeskin, N.J and Kleist, J., (1993):** "The relationship of drought frequency and duration to time scale", proceeding of the 8th Conference on Applied Climatology (Anaheim, Califomia, USA).

5- **Qu, J.J., Gao W., Kafatos, M., Murphy, R.E., Salomonson, V.V., (2006):** Tropical Rainfall Measuring Mission Data and Access Tools, Chapter 12, Earth Science Satellite

Remote Sensing, Vol. 2: Data, Computational Processing, and Tools, Springer Berlin Heidelberg, 10.1007/978-3-540-37294-3. 202-219.

6- **الشلش، علي حسين (1988):** مناخ العراق. جامعة البصرة، مطبعة جامعة البصرة، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق.

7- **الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ 2011.**

8- **جاسم، راضية عبد الله (2012): تحديد ظاهرة الجفاف في أقليم كوردستان العراق،** مؤتمر حماية البيئة والمحافظة على جوده المياه :أساس الإنتاج الزراعي والأمن الغذائي والتنمية المستدامة، جامعة صلاح الدين – كلية الآداب – قسم جغرافيا / اربيل – العراق.

9- **جاسم، نهلة محمد، حبيب، ايمان شلال وحنتوش، طاهر حسن (2012):** التغير في مواقع الخطوط المطرية وأثرها في الظواهر الغبارية في العراق. المؤتمر الأول للعواصف الترابية وتأثيراتها البيئية – الأسباب والمعالجات، العراق.

Using the TRMM Data to Study the Changes of Iso-rainfall Line for Drought Purposes

Zaidoon Taha Abdulrazzaq* **AbdulKareem Abd Ali Mohammed***

*Ministry of Science and Technology, Directorate of Space and Communications, Baghdad-Iraq

Abstract

The aim of the research is to demonstrate the possibility and accuracy of the TRMM data in the mapping and monitoring of the increase and decline of Iso-rainfall lines during the previous seasons. Monitoring these lines is an important indicator in monitoring drought and desertification. The maps were derived from data from 23 ground stations and from the TRMM satellite data derived from 23 points equivalent to ground stations, indicating the possibility of integrated the data of the ground stations in cases of shortage and inadequate coverage. Other maps derived from full TRMM coverage data were also used to demonstrate the accuracy of the Satellite data in the mapping and determination of rainfall lines, and to indicate the extent and validity of these data in monitoring the increase and decline of rain lines over time.