مجلة جامعة الملك عبدالعزيز : علوم الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة ، م١٤ ، ص ص ٨٩-١٠٤ (١٤٢٣هـ/ ٢٠٠٣م)

تقدير درجة الحرارة السطحية عند الساعة ١٥:٠٠ حسب التوقيت الدولي باستخدام بيانات المجس (SSM/I) فوق المملكة العربية السعودية

عبد الوهاب سليمان مشاط

كلية الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة ، جامعة الملك عبد العزيز

جـــدة – المملكة العربية السعودية

المستخلص. في هذه الدراسة تم استخدام درجات حرارة السطوع للمجس (SSM/I) لتقدير درجة حرارة السطح عند الساعة ١٥:٠٠ حسب التوقيت الدولي وقت مرور القمر الصناعي فوق المملكة العربية السعودية. حيث تم الربط بين درجات الحرارة السطحية لمحطات الرصد السطحية التابعة للرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة ودرجات حرارة السطوع المقاسة بواسطة المجس (SSM/I) حوالي الساعة ١٥:٠٠ حسب التوقيت الدولي للسنتين ١٩٩٥، ١٩٩٦م بغية الوصول إلى أفضل نموذج إحصائي يمثل هذه العلاقة. وقد اتضح من خلال هذه الدراسة أن هنالك إرتباطاً قوياً بين درجة حرارة السطح ودرجات حرارة السطوع، حيث كان معامل الارتباط أكبر من أو يساوي ٠,٨٧١.

amashat@kaau.edu.sa

المقـدمـــــة

تعد معرفة درجة الحرارة السطحية مهمة للعديد من تطبيقات علوم الأرصاد الجوية وعلوم المياه والزراعة وخاصة للمناطق الشاسعة خلال فترة زمنية قصيرة. ففي علوم الأرصاد الجوية تستخدم درجة الحرارة السطحية كمتغير شرط حد (boundary condition variable) للنماذج الجوية الديناميكية ، وكمتغير في تقدير ميزان الطاقة لسطح الأرض، وكذلك كمتغير في نماذج توقعات الطقس العددية. وفي علوم المياه والزراعة تستخدم درجة الحرارة السطحية في نماذج تقدير كمية البخر-نتح (evapotranspiration) ومتغير في نماذج تنبؤ الفيضانات، ورطوبة التربة، ونمو المحاصيل، وغير ذلك من النماذج التطبيقية. ويعتبر قياس درجات الحرارة المباشر لمناطق شاسعة صعب بسبب كلفة تركيب وإدارة أجهزة القياس. ومن ناحية أخرى، فإنه يمكننا تقدير درجات حرارة السطح ضمن فترة قصيرة ولمناطق شاسعة باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد. وعلى كل حال فإن الدقة في تقدير درجات الحرارة السطحية يؤدي إلى الدقة في النماذج التطبيقية المعتمدة على درجات الحرارة السطحية.

ومن تقنية الاستشعار عن بعد لتقدير درجة حرارة السطح استخدام الأشعة تحت الحمراء المستقبلة بواسطة القمر الصناعي والمنبعثة من سطح البحر أو اليابسة شريطة عدم وجود غيوم. ولقد وجد أن بخار الماء والهباء الجوي الموجودان في الغلاف الجوي يسببان خطأ في التقدير يتراوح مابين ٥ إلى ١٠ درجات مئوية (Lambert, 1987). لذا فإنه لا يمكننا الاعتماد على الأشعة تحت الحمراء في تقدير درجة حرارة سطح الأرض بدقة خاصة مع وجود السحب ، في حين أن تقنية الاستشعار عن بعد باستخدام الأشعة الدقيقة (الميكروويف) المنبعثة من سطح الأرض أفضل في تقدير درجة حرارة السطح حيث أنها لا تتأثر بوجود بخار الماء أو الهباء الجوي. فيمكننا قياس الأشعة الدقيقة المنبعثة من سطح الأرض حتى في حالات وجود غيوم أو أمطار خفيفة (Ulaby *et al.,* 1981).

إن أول دراسة أجريت لبيان العلاقة بين درجة حرارة السطح ودرجات حرارة السطوع

للموجات الدقيقة كانت عام ١٩٨٧م بواسطة (Lambert and McFarland, 1987) فقد وجدا أن هنالك علاقة مابين درجة حرارة السطح ودرجات حرارة السطوع ذات التردد ١٨ و ٣٧ جيجاهيرتز (GHz) المقاسة بواسطة المجس (SMMR) فوق شمال السهول العظمى بالولايات المتحدة الأمريكية. ووجدا كذلك أن علاقة درجة حرارة السطح مع درجات حرارة السطوع ذات الاستقطاب الرأسي أفضل من درجات حرارة السطوع ذات الاستقطاب الأفقي. وفي عام ١٩٩٠م تم استخدام بيانات المجس (SSM/I) لتقدير درجة الحرارة السطحية للسهول الوسطى بالولايات المتحدة الأمريكية بواسطة (McFarland *et al.,* 1990). ووجد الباحثون أن هنالك علاقة قوية بين كل قنوات المجس (SSM/I) ودرجة حرارة الهواء الصغرى والتي تمثل درجة حرارة السطح مع خطأ جذر متوسط المربع (root mean-square error) يتراوح مابين ٢-٣ درجات مئوية. وفي دراسة لمنطقة شمال أفريقيا بالقرب من (HAPEX-Sahel) أوضح الباحثان (Xiang and Smith, 1997) أن درجة حرارة السطح المقدرة بالمجس (SSM/I) متوافقة مع درجة حرارة السطح المقاسة بمجس بالقرب من سطح الأرض، ومتوافقة كذلك مع بيانات القمر الصناعي (NOAA-AVHRR). في عام ١٩٩٧م قام لفيف من الباحثين (Pulliainen *et al.,* 1997) بإستخدام بيانات المجس (SSM/I) لتقدير درجة حرارة السطح لمنطقة غابات Boreal. كما قام الباحثان (Mashat and Ghulam, 1998) بتقدير درجة الحرارة الصغرى لسطح الأرض باستخدام المجس (SSM/I) فوق المنطقة الجنوبية الغربية للمملكة العربية السعودية. وأظهرت الدراسة أن أفضل موجه لتمثيل درجة حرارة السطح الصغرى هي ٣٧ أو ١٩ جيجاهيرتز ذات الاستقطاب الأفقي. كما قام الباحثان (Mashat and Alamodi, 1998) بتقدير درجة الحرارة السطحية للمملكة العربية السعودية باستخدام بيانات المجس (SSM/I). ووجدا أن العلاقة ما بين درجات الحرارة السطحية وحرارات السطوع ضعيفة عند مرور القمر الصناعي صباحًا، في حين أن العلاقة قوية عند مرور القمر الصناعي مساءً فوق منطقة الدراسة. كما بين (Basist *et al.,* 1998) بأنه يمكن للمجس (SSM/I) مراقبة درجة حرارة السطح للولايات المتحدة الأمريكية وبقية أنحاء العالم بعد معرفة سمات السطح (Surface Types)

وتعديل عامل الانبعاثية (emissivity). وفي عام ٢٠٠٠م قام جماعة من الباحثين (Williams *et al.*, 2000) بمعايرة معادلة تقدير درجة حرارة السطح باستخدام المجس (SSM/I) لتصحيح درجات الحرارة الشاذة وتم التحقق من المعايرة على شرق الولايات المتحدة الأمريكية.

ويهدف هذا البحث إلى مقارنة درجة حرارة الهواء القريبة من سطح الأرض (تمثل درجة حرارة السطح) والمقاسة الساعة ١٥:٠٠ حسب التوقيت الدولي (الساعة السادسة مساءً حسب التوقيت المحلي) ببيانات المجس (SSM/I) لإيجاد علاقة ما بين درجة الحرارة السطحية وبيانات درجات حرارة السطوع المقاسة بواسطة المجس (SSM/I) وقت مرور القمر الصناعي فوق المملكة العربية السعودية حوالي الساعة ١٥:٠٠ حسب التوقيت الدولي (الساعة السادسة مساءً حسب التوقيت المحلي).

البيـــانـات

بيانات الأرصاد الجوية

تم الحصول على بيانات الأرصاد الجوية الساعية مشفرة حسب الصيغة الدولية (AAXX) لمحطات الرصد السطحية بالمملكة العربية السعودية (جدول ١) والتي تبلغ تسع وعشرون محطة رصد (مأهولة وآلية) من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة بالمملكة العربية السعودية للسنتين ١٩٩٥ و ١٩٩٦م. ويوضح جدول ١ محطات الأرصاد السطحية بالمملكة العربية السعودية ورقم كل محطة حسب تصنيف المنظمة العالمية للأرصاد (WMO) وارتفاعها عن سطح البحر وموقعها حسب خطوط العرض والطول. ولقد تم تصميم برنامج فورتران (FORTRAN) لفك شفرة الرصدات السينوب السطحية البرية (AAXX) لجميع محطات الرصد السطحية بالمملكة العربية السعودية معتمداً على دليل شفرات الأرصاد، والصادر من المركز الوطني بالرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة بالمملكة العربية السعودية والذي يشرح شفرة الأرصاد الموحدة لتدوين تقارير الرصدات السطحية من المحطات البرية والبحرية والتي بدأ العمل بها من أول يناير عام ١٩٨٢م (هنيدي وعثمان، بدون تاريخ). وهذا الدليل

جدول ١. محطات الأرصاد السطحية و التابعة للرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة بالمملكة العربية السعودية.

إسم المحطة	Station Name	رقم المحطة	ارتفاع المحطة (متر)	خط عرض (درجة)	خط طول (درجة)
طريف	TURAIF	40356	852.44	31.69	38.74
عرعر	ARAR	40357	548.88	30.90	41.14
القريات	GURAIT	40360	503.90	31.41	37.28
الجوف	AL JOUF	40361	668.74	29.79	40.10
رفحه	RAFHA	40362	444.10	29.62	43.50
القيصومة	QAISUMAH	40373	357.60	28.32	46.13
تبوك	TABUK	40375	768.11	28.38	36.61
حفر الباطن	HAFR-AL BATIN	40377	413.00	27.90	45.53
حائل	HAIL	40394	1001.52	27.43	41.69
الوجه	WEJH	40400	23.73	26.21	36.48
القصيم	GASSIM	40405	646.71	26.31	43.77
الظهران	DHAHRAN	40416	16.77	26.26	50.16
الأحساء	AL AHSA	40420	178.17	25.30	49.49
المدينة المنورة	MADINAH	40430	635.60	24.55	39.70
الرياض الجديد	RIYADH NEW	40437	613.55	24.93	46.72
الرياض القديم	RIYADH OLD	40438	619.63	24.71	46.74
ينبع	YENBO	40439	10.40	24.14	38.06
جدة	JEDDAH	41024	3.58	21.68	39.15
مكة المكرمة	MAKKAH	41030	240.35	21.44	39.77
الطائف	TAIF	41036	1452.75	21.48	40.55
الباحة	AL BAHA	41055	1651.88	20.29	41.64
وادي الدواسر	WADI DAWASIR	41061	701.02	20.44	44.68
السليل	SULAYEL	41062	614.39	20.46	45.62
بيشة	BISHA	41084	1161.97	19.99	42.62
أبها	ABHA	41112	2093.35	18.23	42.66
خميس مشيط	K.MUSHAIT	41114	2055.93	18.30	42.81
نجران	NEJRAN	41128	1212.33	17.61	44.41
شرورة	SHARURAH	41136	724.65	17.47	47.11
جيزان	GIZAN	41140	7.24	16.90	42.58

هو ترجمة عربية لكتاب (Manual on Code) والصادر من المنظمة العالمية للأرصاد (WMO, 1984).

وبعد فك الشفرات باستخدام برنامج الفورتران لجميع محطات الرصد والتابعة لمصلحة الأرصاد وحماية البيئة للحصول على بيانات درجات الحرارة عند الساعة ١٥:٠٠ حسب التوقيت الدولي، وجد أن محطة السليل (٤١٠٦٢) لا تحتوي على أي بيانات لدرجات الحرارة، في حين لوحظ فقدان بيانات درجات الحرارة لبعض الأيام للمحطات الباقية الثمان والعشرون. ولقد تم تقدير بيانات درجات الحرارة السطحية المفقودة من بيانات الأرصاد اليومية (درجة الحرارة القصوى والصغرى) والتي تم الحصول عليها أيضاً من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة بإستخدام المعادلة التالية:

$$(T_{15})_i = (T_{\max})_i - \frac{3}{15}[(T_{\max})_i - (T_{\min})_{i+1}]$$

حيث أن $(T_{15})_i$ درجة الحرارة السطحية المقدرة (درجة مئوية) عند الساعة ١٥:٠٠ حسب التوقيت الدولي، و $(T_{\max})_i$ درجة الحرارة القصوى (درجة مئوية)، و $(T_{\min})_{i+1}$ درجة الحرارة الصغرى (درجة مئوية) لليوم التالي.

بيانات المجس SSM/I

أُطلق جهاز الاستشعار عن بعد (Special Sensor Microwave/Imager) أو مايعرف بالمجس (SSM/I) للفضاء لأول مرة في ١٩/٦/١٩٨٧م عن طريق برنامج الدفاع للأرصاد الجوية للولايات المتحدة الأمريكية (Defense Meteorological Satellite Program) على القمر الصناعي (Satellite) المسمى F8. ولقد أُطلق حتى الأن أربعة أقمار صناعية أخرى من نفس النوع هي F10, F11, F12, F13 (جدول ٢). يدور القمر الصناعي أو المجس متزامناً مع الشمس (sun-synchronous) في مدار قرب قطبي (near-polar) بزاوية ميل (inclination angle) مقدارها ٩٨,٨ درجة و على إرتفاع حوالي ٨٦٠ كم من سطح الأرض، ويمسح منطقة على سطح الأرض بعرض تغطية (swath width) حوالي ١٤٠٠كم، وتبلغ مدة الدوران المداري دورة كاملة (orbital period) حوالي ١٠٢ دقيقة مما يؤدي إلى تغطية سطح الأرض مرتين في اليوم الواحد أي أنه يمكن أن يمر

فوق المملكة العربية السعودية كل اثنتى عشرة ساعة. حيث يوضح جدول ٣ مقارنة بين الأقمار الصناعية F8, F10, F11 , F13.

يقيس المجس SSM/I الأشعة الدقيقة (microwave) المنبعثة من الأرض من خلال الغلاف الجوي بالترددات ١٩,٣٥، ٢٢,٢٣٥، ٣٧,٠، و ٨٥,٥ جيجاهيرتز. تكون القياسات للترددات ١٩,٣٥، ٣٧,٠، و ٨٥,٥ جيجاهيرتز ثنائية الاستقطاب (استقطاب رأسي vertical polarization و استقطاب أفقي horizontal polarization) في حين يكون القياس للتردد ٢٢,٢٣٥ جيجاهيرتز ذي استقطاب رأسي فقط. و يوضح جدول ٤ الترددات والاستقطابات ودقة الوضوح (resolution) للقنوات السبع، وسوف يرمز للقنوات السبع بالتالي: V19، H19، V22، V37، H37، V85، H85 حيث أن الحرف V يرمز للاستقطاب الرأسي والحرف H للاستقطاب الأفقي.

وفي سبيل إجراء هذه الدراسة فقد تم الحصول على بيانات المجس (SSM/I) الرقمية وهي عبارة عن درجات حرارة السطوع (Brightness Temperatures) للقنوات السبع من:

National Snow and Ice Data Center
University of Colorado CIRES, Campus Box 449
Boulder, Colorado 80309-0449, USA

وذلك للفترة من ١ يناير ١٩٩٥م إلى ٣١ ديسمبر ١٩٩٦م، البيانات من بداية يناير الى نهاية ابريل عام ١٩٩٥م من القمر الصناعي F11 و البيانات من ١ مايو عام ١٩٩٥م الى نهاية ديسمبر عام ١٩٩٦م من القمر الصناعي F13. وهذه البيانات تغطي المنطقة ٢,٣٠ درجة إلى ٢,٦٠ درجة خط طول شرقاً، و ٨,٩ درجة إلى ٨,٣٤ درجة خط عرض شمالاً. وهذه البيانات مخزنة في ملفات لكل يوم ملف يحتوي على ما يلي: حالة القمر الصناعي(Node A أو Node D)، اليوم بالتقويم اليوليوسي (Julian Day)، خط العرض وخط الطول بالدرجة، و درجات السطوع للقنوات السبع مقربة إلى أقرب درجة كلفن (K.). وهذه البيانات مُعالجة فكل مربع من سطح الأرض (طوله درجة واحدة) مقسم إلى تسع مربعات صغيرة متساوية أو شبكة من الخلايا المكانية (Grid Cell) كل خلية تحوي معلوماتها الخاصة بها. ولمزيد من المعلومات يمكن الاطلاع على الموقع WWW.SSMI.COM .

جدول ٢. أقمار برنامج الدفاع للأرصاد الجوية الأمريكية.

القمر الصناعي	تاريخ الإطلاق	حالة القمر الحالية
F8	19/6/1987م	عمل حتى ١٣/ ٨/ ١٩٩١م
F10	1/12/1990م	عمل حتى نوفمبر ١٩٩٧م
F11	28/11/1991م	عمل حتى مايو ٢٠٠٠
F12	29/8/1994م	توقف عن العمل بعد إطلاقه بفترة قصيرة
F13	24/3/1995م	يعمل حتى الان

جدول ٣. مقارنة بين الأقمار الصناعية F13 ,F8, F10, F11.

المتغير	F8	F10	F11	F13
وقت مرور القمر الصناعي صاعدا خط الاستواء (حسب التوقيت المحلي الشمسي)	06:13	22:23	18:55	17:4
مدة الدورة الكاملة (دقيقة)	101.8	100.7	101.9	101.0
أقصى ارتفاع (كم)	882	853	878	875
أدنى ارتفاع (كم)	838	740	841	840
أقصى عرض للمسح (كم)	1480	1427	1483	غير متوفرة
أدنى عرض للمسح (كم)	1400	1226	1414	غير متوفرة

جدول ٤. الترددات، والاستقطابات ودقة الوضوح (resolution) للقنوات السبع للمجس (SSM/I).

القناة	التردد (جيجاهرتز)	الاستقطاب	دقة الوضوح (كم)
V19	19.350	رأسي	٤٥ × ٧٠
H19	19.350	افقي	٤٥ × ٧٠
V22	22.235	رأسي	٤٠ × ٦٠
V37	37.000	رأسي	٣٠ × ٣٨
H37	37.000	افقي	٣٠ × ٣٨
V85	85.500	رأسي	١٤ × ١٦
H85	85.500	افقي	١٤ × ١٦

التحليـــل الإحصـــــائي

تم تصـميـم برنامج فورتـران لقراءة الملفـات اليـومـية التـي تحتـوي على بيـانات المجس (SSM/I) الرقـمـية للسنتين (١٩٩٥ و ١٩٩٦م) لاسـتخـراج مـعلومات كل خـلية مكانيـة تقع فيها محطة سطحية لرصد العناصر الجوية و التابعة للرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة. ولتسهيل استخدام البرنامج الإحصائي فقد تم تخزين البيانات لكل خلية مكانية (سوف نطلق عليها لاحقاً اسم المحطة) في ملف يحوي المعلومات التالية: الخلية المكانية باسم المحطة، اليوم بالتقويم اليوليوسي (Julian Day)، السنة، درجات حرارة السطوع للقنوات السبع (V19، H19، V22، V37، H37، V85، H85) وذلك حالة مـرور القـمـر الصناعي فوق المملكة العربية السعودية (حـوالي السـاعـة ١٥:٠٠ حسب التـوقيت الدولي)، درجة حرارة السطح بالكلفن (K.) المقاسة الساعة ١٥:٠٠ حسب التوقيت الدولي. لقد تم إعداد بيانات المجس SSM/I لتسع وعشرين محطة (أو خلية مكانية) لجميع محطات الرصد السطحية (جدول ١) و وجد أن البيانات ليست متوفرة لجميع الأيام سواءً لعدم مرور القمر الصناعي على المنطقة كل يوم أو لعدم التسجيل. كما وجد أن محطة بيشة (٤١٠٨٤) لا تتوفر فيها بيانات المجس (SSM/I) لجميع الأيام. كما استبعدت من هذه الدراسة الخلايا التي تقع كلها أو جزء منها على البحر وهي الخلايا المكانية للمحطات الساحلية التالية: الظهران – ينبع – الوجه – جدة – جيزان. وعلى هذا فقد بقي اثنان وعشرون محطة لعمل هذه الدراسة بعد استبعاد محطة السليل لعدم توفر درجات الحرارة السطحية. ثم جرى فرز جميع البيانات والتحقق منها وحذفت الأيام التي لم تتوفر لها قياسات بواسطة المجس (SSM/I). ولقد بلغت عدد القياسات لكل متغير ٨١٠٠ معلومة، لجميع المحطات البالغ عددها اثنتين وعشرين محطة.

وقد تم استخدام البرنامج الإحصائي (SPSS) لعمل التحليلات الإحصائية وإيجاد معامل الارتباط الإحصائي (Correlation Coefficient) وإيجاد أفضل تمثيل رياضي إحصائي (Regression) بين المتغيرات لجميع المحطات (ماعدا المحطات الساحلية) للسنتين ١٩٩٥ و١٩٩٦م فوق المملكة العربية السعودية حوالي الساعة ١٥:٠٠ حسب التوقيت الدولي.

النتـــائج والمناقشـــة

يوضح جدول ٥ التحليل الإحصائي لبيانات درجة حرارة السطح والمجس (SSM/I) والمتوفرة لجميع المحطات عند الساعة ١٥:٠٠ حسب التوقيت الدولي. ويظهر في الجدول الحد الأقصى، والحد الأدنى، والمتوسط، والانحراف المعياري لدرجات الحرارة السطحية ودرجات حرارة السطوع للقنوات السبع. و من خلال التحليل الإحصائي وجد أن درجة الحرارة السطحية أكبر من درجات حرارة السطوع للقنوات السبع كما وجد أن درجات السطوع للاستقطاب الرأسي أكبر من درجات السطوع للاستقطاب الأفقي لنفس التردد وهذا يوافق طبيعة الأمواج الدقيقة (microwave physics).

وقد تم البدء بدراسة الارتباط الإحصائي بين درجة الحرارة السطحية ودرجات حرارة السطوع للمجس (SSM/I) لكل محطة بشكل مستقل، ثم جميع المحطات الإثنتين والعشرين معاً. ويظهر جدول ٦ معامل الارتباط R (Correlation Coefficient) بين درجات حرارة السطوع للقنوات السبع (V19, H19, V22, V37, H37, V85, H85) و درجة الحرارة السطحية عند الساعة ١٥:٠٠ حسب التوقيت الدولي، حيث نجد أن معامل الارتباط مختلف لكل قناة ولكل محطة وذلك لاختلاف سمات سطح الأرض من جهة، واختلاف معامل الانبعاثية من جهة أخرى. وكنتيجة عامة فإن الارتباط ما بين درجات حرارة السطوع المختلفة ودرجة الحرارة السطحية كان ارتباطاً طردياً تراوح ما بين (R=0.976) و(R=0.360). وكانت أفضل علاقة مابين درجة الحرارة السطحية ودرجات حرارة السطوع (R=0.976) مع القناة (V37) لمحطة القيصومة، وكان أدني ارتباط (R=0.360) مع القناة (H85) لمحطة مكة المكرمة.

ويبين جدول ٧ معامل الارتباط الأعلى بين درجة الحرارة السطحية ودرجة حرارة السطوع لكل محطة منفردة، ولجميع المحطات مجتمعة، ويظهر جدول ٧ النماذج الرياضية الإحصائية ذات العلاقة الخطية والارتباط بمتغير واحد مستقل (Single Regression) ذي معامل الارتباط الأعلى لتقدير درجة الحرارة السطحية لكل محطة عند الساعة ١٥:٠٠ حسب التوقيت الدولي باستخدام بيانات المجس (SSM/I).

ويتضح من الجدول أن معامل الارتباط الأعلى كان يساوي أو أكبر من ٠,٩٠٠٠ لبيانات جميع المحطات مجتمعة أو لكل محطة منفردة، فيما عدا محطة أبها (R=0.871) ومحطة خميس مشيط (R=0.890) وهذا نتيجة لارتفاع رطوبة التربة بسبب كثرة عدد أيام هطول الأمطار على أبها وخميس مشيط عن بقية المحطات. ومن الجدول السابق نجد أن أعلى ارتباط ما بين درجة الحرارة السطحية وبيانات المجس (SSM/I) كان مع القنوات ذات الاستقطاب الرأسي، حيث كان أعلى ارتباط بين درجة حرارة السطح وقناة (V19) لكل محطة منفردة كان للمحطات التالية: أبها، الباحة، الجوف، القصيم، القريات، خميس مشيط، المدينة المنورة، مكة المكرمة، نجران، شرورة، الطائف، وادي الدواسر، طريف؛ وأعلى إرتباط ما بين درجة حرارة السطح وقناة (V22) كان للمحطات التالية: عرعر، حائل، رفحا، الرياض (قديم)، الرياض (جديد)، تبوك؛ وأعلى ارتباط ما بين درجة حرارة السطح وقناة (V37) كان للمحطات التالية: الاحساء، حفر الباطن، القيصومة. أما أعلى ارتباط لدرجة حرارة السطح لجميع المحطات مجتمعة فكان مع القناة (V22).

جدول ٥. التحليل الإحصائي لدرجات حرارة السطوع للمجس (SSM/I) ودرجة حرارة السطح (كلفن) عند الساعة ١٥:٠٠ حسب التوقيت الدولي.

المتغير	عدد القياسات لكل متغير = ٨١٠٠			
(K.)	أقصى	أدنى	متوسط	الانحراف المعياري
T	319	279	301	09
V19	315	243	290	10
H19	289	195	262	11
V22	310	252	288	09
V37	308	249	285	10
H37	288	212	263	10
V85	305	170	283	10
H85	293	174	271	09

جدول ٦. معامل الارتباط (R) بين درجات حرارة السطوع لمختلف الترددات و درجة الحرارة السطحية لكل محطة الساعة ١٥:٠٠ حسب التوقيت الدولي.

المحطة	رقم المحطة	عدد القياسات لكل متغير	معامل الإرتباط (R) للقنوات السبع						
			V19	H19	V22	V37	H37	V85	H85
أبها	41112	277	0.871	0.799	0.862	0.854	0.727	0.668	0.571
الإحساء	40420	367	0.966	0.879	0.961	0.969	0.886	0.950	0.849
الباحه	41055	333	0.930	0.886	0.915	0.882	0.826	0.626	0.595
الجوف	40361	395	0.971	0.951	0.964	0.963	0.933	0.952	0.887
عرعر	40357	405	0.968	0.911	0.971	0.966	0.847	0.938	0.797
القصيم	40405	375	0.968	0.924	0.967	0.964	0.910	0.914	0.821
القريات	40360	405	0.972	0.960	0.970	0.963	0.949	0.939	0.884
حفر الباطن	40377	389	0.966	0.883	0.971	0.975	0.877	0.948	0.837
حائل	40394	385	0.968	0.942	0.970	0.964	0.936	0.890	0.853
خميس مشيط	41114	279	0.890	0.822	0.875	0.865	0.753	0.679	0.602
المدينة المنورة	40430	386	0.966	0.960	0.963	0.964	0.953	0.904	0.863
مكة المكرمة	41030	356	0.900	0.842	0.861	0.798	0.746	0.423	0.360
نجران	41128	355	0.878	0.837	0.868	0.863	0.844	0.808	0.765
القيصومة	40373	389	0.974	0.906	0.975	0.976	0.895	0.901	0.807
رفحا	40362	393	0.959	0.899	0.969	0.964	0.894	0.936	0.856
الرياض قديم	40438	371	0.947	0.858	0.953	0.922	0.829	0.903	0.714
الرياض جديد	40437	373	0.949	0.860	0.954	0.924	0.835	0.907	0.732
شرورة	41136	351	0.947	0.876	0.914	0.937	0.889	0.762	0.738
تبوك	40375	387	0.965	0.947	0.968	0.966	0.926	0.950	0.878
الطائف	41036	358	0.917	0.853	0.900	0.865	0.830	0.765	0.659
وادي الدواسر	41061	365	0.966	0.884	0.951	0.957	0.913	0.869	0.819
طريف	40356	406	0.971	0.953	0.969	0.968	0.943	0.960	0.909
جميع المحطات (٢٢)		8100	0.897	0.635	0.913	0.879	0.665	0.851	0.708

جدول ٧. تحليل الارتباط واستنتاج أفضل النماذج الإحصائية (متغير واحد) لكل محطة الساعة ١٥:٠٠ حسب التوقيت الدولي.

المحطـــــة	رقم المحطة	عدد القياسات لكل متغير	معامل الارتباط الأعلى	القناة	النموذج الرياضي الإحصائي
أبها	41112	277	0.871	V19	$(T)_{15}=0.965\times V19+19.395$
الإحساء	40420	367	0.969	V37	$(T)_{15}=0.970\times V37+22.086$
الباحه	41055	333	0.930	V19	$(T)_{15}=0.958\times V19+26.931$
الجوف	40361	395	0.971	V19	$(T)_{15}=0.975\times V19+15.985$
عرعر	40357	405	0.971	V22	$(T)_{15}=1.014\times V22+11.724$
القصيم	40405	375	0.968	V19	$(T)_{15}=0.904\times V19+38.636$
القريات	40360	405	0.972	V19	$(T)_{15}=0.883\times V19+46.415$
حفر الباطن	40377	389	0.975	V37	$(T)_{15}=0.961\times V37+29.243$
حائل	40394	385	0.970	V22	$(T)_{15}=0.955\times V22+25.940$
خميس مشيط	41114	279	0.890	V19	$(T)_{15}=0.993\times V19+12.477$
المدينة المنورة	40430	386	0.966	V19	$(T)_{15}=0.853\times V19+58.869$
مكة المكرمة	41030	356	0.900	V19	$(T)_{15}=0.816\times V19+68.523$
نجران	41128	355	0.878	V19	$(T)_{15}=0.812\times V19+62.171$
القيصومة	40373	389	0.976	V37	$(T)_{15}=0.920\times V37+37.631$
رفحا	40362	393	0.969	V22	$(T)_{15}=0.948\times V22+30.357$
الرياض قديم	40438	371	0.953	V22	$(T)_{15}=1.045\times V22+1.045$
الرياض جديد	40437	373	0.954	V22	$(T)_{15}=1.061\times V22+1.330$
شرورة	41136	351	0.947	V19	$(T)_{15}=0.914\times V19+29.19$
تبوك	40375	387	0.968	V22	$(T)_{15}=0.872\times V22+49.703$
الطائف	41036	358	0.917	V19	$(T)_{15}=0.841\times V19+56.786$
وادي الدواسر	41061	365	0.966	V19	$(T)_{15}=0.914\times V19+32.861$
طريف	40356	406	0.971	V19	$(T)_{15}=0.861\times V19+51.240$
جميع المحطات (٢٢ محطة)		8100	0.913	V22	$(T)_{15}=0.877\times V22+48.836$

الاستنتاجـــات

تناولت هذه الدراسة تقدير درجة الحرارة السطحية للمملكة العربية السعودية عند الساعة ١٥:٠٠ حسب التوقيت الدولي باستخدام بيانات المجس (SSM/I)، حيث تم الربط إحصائياً بين درجة حرارة السطح وبين درجات حرارة السطوع المقاسة بواسطة الموجات الدقيقة السالبة للمجس (SSM/I). وفيما يلي ملخصاً لأهم استنتاجات هذه الدراسة:

* درجة الحرارة السطحية عند الساعة ١٥:٠٠ حسب التوقيت الدولي أكثر ارتباطاً مع درجات حرارة السطوع للمجس (SSM/I) ذو الاستقطاب الرأسي وخاصة القناة(V19).

* إمكانية تقدير درجة الحرارة السطحية عند الساعة ١٥:٠٠ حسب التوقيت الدولي باستخدام النموذج الرياضي الإحصائي الخطي ذو المتغير المستقل الواحد والخاص بكل محطة منفردة.

* يمكن استخدام النموذج الرياضي الإحصائي الخطي ذو المتغير المستقل الواحد والخاص ببيانات كل المحطات مجتمعة لتقدير درجة حرارة السطح لأي خلية مكانية على اليابسة بالمملكة العربية السعودية باستخدام بيانات المجس (SSM/I) لدرجة حرارة السطوع للقناة (V22).

شـــكروتقـــدير

يعرب الباحث عن عظيم شكره وتقديره لتعاون كل من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة بالمملكة العربية السعودية في توفير بيانات الأرصاد الجوية، و(National Snow and Ice Data Center) بالولايات المتحدة الامريكية في توفير بيانات المجس (SSM/I)، والشكر بالشكر موصول لجامعة الملك عبدالعزيز وكل من ساهم في إخراج هذه الدراسة.

المـــراجـــع

المراجع العربية:

هنيدي، عبد الكريم محمد و عثمان الطيب عثمان (بدون تاريخ): دليل شفرات الأرصاد. المركز الوطني للأرصاد وحماية البيئة، مصلحة الأرصاد و حماية البيئة، المملكة العربية السعودية.

المراجع الأجنبية:

Basist, A., Grody, N., Peterson, T. and **Williams, C.** (1998) Using the special sensor microwave imager to monitor land surface temperature, eetness, and snow cover. *J. Applied Meteor.* **37**(9): 888-911.

Lambert, V. M. (1987) Land surface temperature estimation over the northern Great Plains using passive microwave data from Nimbus 7. M. Sc. Thesis, Texas A&M University, College Station, Texas.

Lambert, V. M. and **McFarland, M.J.** (1987) Land surface temperature estimation over the northern Great Plains using dual polarized passive microwave data from the Nimbus 7. Presented at the 1987 Summer Meeting ASAE Baltimore, MD, ASAE Paper 87- 4041, 23pp.

Mashat, A. and **Alamodi, A.** (1998) Surface temperature estimation using special sensor microwave/imager (SSM/I) data over Saudi Arabia. *JKAU: Met., Env., Arid Land Agric. Sci.* **8:** 15-26.

Mashat, A. and **Ghulam, A.** (1998) Estimation of minimum land surface temperature using the special sensor microwave/imager (SSM/I) over the Southwestern Region of Saudi Arabia. *JKAU: Met., Env., Arid Land Agric. Sci.* **9:** 3-15.

McFarland, M. J., Miller, R.L. and **Neal, C.M.U.** (1990) Land surface temperature derived from the SSM/I passive microwave brightness temperatures. *IEEE Trans., Geosci. Remote Sensing* **28(**5): 839-845.

Pullianinen, J.T., Grandell, J. and **Hallikainen, M.T.** (1997) Retrieval of surface temperature in Boreal Forest Zone from SSM/I data. *IEEE Trans. Geosci. Rem. Sens.* **35:** 1188-1200

Ulaby, F. T., Moore, R.K. and **Fung, A.K.** (1981) Microwave remote sensing fundamentals and radiometry. v.1. Addison-Wesley Publishing Company. Reading, Massachusetts. 456pp.

Williams, C. N., Basist, A., Peterson, T.C. and **Grody, N.** (2000) Calibration and verification of land surface temperature anomalies derived from the SSM/I. *Bull. Amer. Meteor. Soc*. **81:** 2141-2156.

WMO, (1984) Manual on Code. International Codes. WMO-No. **306.** Geneva, Switzerland.

Xiang, X. and **Smith, E.** (1997) Feasibility of simultaneous surface temperature-emissivity retrieval using SSM/I measurements from HAPEX-Sahel. *J. of Hydrology* **188-189**(1-4): 330-360.

Estimating Land Surface Temperature at 15:00 GMT Using SSM/I Data over Saudi Arabia

ABDUL-WAHAB S. MASHAT
Meteorology Department
Faculty of Meteorology, Environment and Arid Land agriculture,
King AbbdulAziz University, Jeddah, Saudi Arabia.

ABSTRACT. In this study, the Special Sensor Microwave/Imager (SSM/I) brightness temperatures were used to estimate land surface temperature at 15:00 (GMT), when the satellite passes over Saudi Arabia. The statistical correlations between land surface temperature and the SSM/I brightness temperatures were found over the two years 1995 and 1996. It was found that good correlation coefficients (R‡0.871) occurred between the SSM/I brightness temperatures and land surface temperature at 15:00 (GMT).

amashat@kaau.edu.sa