العواصف المطيرة وخسائرها الاقتصادية على مدينة مكة المكرمة: دراسة حالة ليوم ٢٠١٥/٩/١١م

مسعد سلامة مندور[١]، تركي حبيب الله[٢]
١قسم الجغرافيا، جامعة أم القرى، ٢معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة، جامعة أم القرى

الملخص

عاصفة المطر هي سقوط أمطار غزيرة مصاحبة لتكوّن السحب الرعدية ذات النمو الرأسي (السحب الركامية – سحب المزن الركامي)، ويسقط خلال العاصفة مطر تزيد كميته عن الأمطار الساقطة في عام أو أكثر، وتتعرض مدينة مكة المكرمة لحالات عديدة من الأمطار الرعدية التي يصاحبها الكثير من الخسائر الاقتصادية، ومن أشهرها حالة سقوط الأمطار يوم ٢٠١٥/٩/١١م والتي صاحبها سقوط واقتلاع بعض الأشجار وهدم بعض الأسوار وسقوط واجهات بعض المباني ولوحات الإعلانات فضلاً عن سقوط الرافعة بالحرم المكي الشريف. ولذا جاء البحث ليتناول تحليل هذه الحالة بشكل تفصيلي محققاً مجموعة من الأهداف أهمها تحديد الاسباب المحلية والإقليمية المسببة للأمطار وتحليل ظواهر الطقس الفجائية والتي سبقت و صاحبت العا صفة وحد صر بعض الخ سائر الاقت صادية الناجمة عن حالة الاضطراب الجوي، ووضع بعض الحلول لدرء وتجنب هذه العواصف في المستقبل. ولتحقيق تلك الأهداف تم الاعتماد على بيانات محطات الأرصاد الجوية التابعة لمعهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة والبيانات الساعية لكمية الأمطار في محطة مكة المكرمة والتابعة للرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة وبعض خرائط الطقس العالمية وصور الأقمار الصناعية لمستويات مختلفة من الغلاف الجوي. كما يضم البحث خمس نقاط رئيسية، الأولى: تتناول تكرارية عواصف الامطار في مدينة مكة المكرمة، والثانية: تتضمن ظواهر الطقس المصاحبة لسقوط أمطار يوم ٢٠١٥/٩/١١م، والنقطة الثالثة تعالج أسباب سقوط الامطار أثناء الحالة، والنقطة الرابعة: تتناول خصائص الامطار الرعدية يوم الحالة، والنقطة الخامسة تتضمن بعض الخسائر الاقتصادية الناجمة عن أمطار يوم ٢٠١٥/٩/١١م.

الكلمات الدالة: الأمطار، الأرصاد، مكة، الركامية.

مقدمة

تعرف عاصفة المطر بأنّها سقوط أمطار غزيرة ناتجة من تكوّن السحب الرعدية ذات النمو الرأسي (السحب الركامية – سحب المزن الركامي)، وتتعرض مكة المكرمة للعواصف المطيرة على فترات متفاوتة، لذا تتسم الأمطار في مكة المكرمة بالقلة أو الندرة والتذبذب والفجائية المرتبطة بالعاصفة وعمقها وشدتها، و تعرضت مدينة مكة المكرمة لحالات عديدة من الأمطار الرعدية التي صاحبها الكثير من الخسائر الاقتصادية، ومن أشهرها حالة سقوط الأمطار يوم ٢٠١٥/٩/١١م والتي أسفرت عن سقوط واقتلاع بعض الأشجار وهدم بعض الأسوار وسقوط واجهات بعض المباني ولوحات الإعلانات فضلاً عن سقوط الرافعة بالحرم المكي الشريف، ومع امتداد أحياء مكة في مواضع متنوعة مع فصلها بالجبال التي تعمل على تباين كمية الامطار من حي لآخر.

أهداف البحث

يهدف البحث الي تحديد الاسباب المحلية والإقليمية المسببة للأمطار يوم ٢٠١٥/٩/١١م، وتحليل ظواهر الطقس الفجائية والتي سبقت وصاحبت العاصفة وحصر بعض الخسائر الاقتصادية الناجمة عن الأمطار، ووضع بعض الحلول لدرء وتجنب هذه العواصف في المستقبل

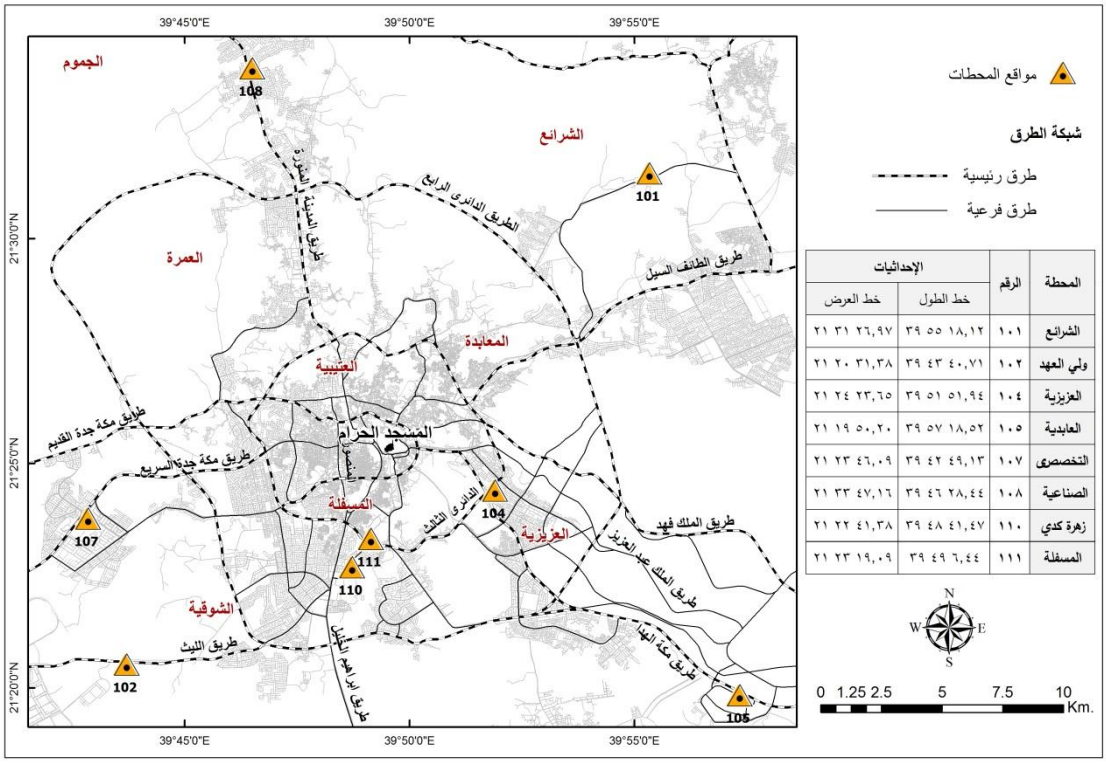
البيانات المستخدمة في البحث

تم استخدام بيانات محطات الارصاد الجوية الأتوماتيكية والتابعة لمعهد خادم الحرمين الشريفين، وتتوزع المحطات الأتوماتيكية المناخية على أحياء ووديان مدينة مكة المكرمة لرصد عناصر المناخ على مدار الساعة، ويوضح شكل (١) مواقع المحطات بمكة المكرمة.، فضلاً عن ذلك تم استخدام خرائط الطقس العالمية وبعض النماذج العددية .

الدراسات السابقة

يوجد بعض الدراسات التي تناولت عنصر المناخ في مكة المكرمة، وعلي الرغم من ذلك لا يوجد دراسة ركزت علي حالة الامطار يوم ٢٠١٥/٩/١١م، ومن الدراسات التي تناولت عنصر المناخ في مكة المكرمة: دراسة أمينة عطا اللّه(٢٠٠٥) عن خصائص المناخ في منطقة مكة المكرمة الإدارية، دراسة

بدر الدين يوسف (١٩٩٢) والمتناولة لمناخ مكة المكرمة، ودراسة أمينة عطا اللّه(٢٠٠٥) عن خصائص المناخ في منطقة مكة المكرمة الإدارية، ودراسة معراج مرزا وبدر الدين يوسف (٢٠٠٦) عن خصائص المناخ في فصل الشتاء لمدينة مكة المكرمة، ودراسة Anber,et al (2008) عن التغير الموسمي للمناخ الدقيق لمنطقة الحرم المكي، ودراسة مسعد سلامة مندور(٢٠٠٩) عن التباين اليومي لدرجة الحرارة في مكة المكرمة ، مسعد سلامة مندور و تركي حبيب اللّه (٢٠١٢) وتناولت تغير الأمطار وعلاقتها بالسيول في مدينتي مكة المكرمة والمدينة المنورة ، مسعد سلامة مندور و سامي ثابت صالح(٢٠١٣) والمتناولة لخصائص درجة الحرارة في مواسم الحج خلال الفترة من ٢٠٠٣-٢٠١٠م بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، ودراسة سامي بن صالح ثابت علي (٢٠١٢) عن خصائص درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة ، ودراسة حمدانه علي الحارثي (٢٠١٥) والمتناولة لاستخدام تطبيقات الاستشعار عن بعد في دراسة العواصف المطيرة بمنطقة مكة المكرمة الادارية



المحطة	الرقم	الإحداثيات	
		خط الطول	خط العرض
الشرائع	١٠١	٣٩ ٥٥ ١٨,١٢	٢١ ٣١ ٢٦,٩٧
ولي العهد	١٠٢	٣٩ ٤٣ ٤٠,٧١	٢١ ٢٠ ٣١,٣٨
العزيزية	١٠٤	٣٩ ٥١ ٥١,٩٤	٢١ ٢٤ ٢٣,٦٥
العابدية	١٠٥	٣٩ ٥٧ ١٨,٥٢	٢١ ١٩ ٥٠,٢٠
التخصصى	١٠٧	٣٩ ٤٢ ٤٩,١٣	٢١ ٢٣ ٤٦,٠٩
الصناعية	١٠٨	٣٩ ٤٦ ٢٨,٤٤	٢١ ٣٣ ٤٧,١٦
زهرة كدي	١١٠	٣٩ ٤٨ ٤١,٤٧	٢١ ٢٢ ٤١,٣٨
المسفلة	١١١	٣٩ ٤٩ ٦,٤٤	٢١ ٢٣ ١٩,٠٩

شكل (١) منطقة الدراسة ومحطات الارصاد الجوية الاوتوماتيكية

المصدر : معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة

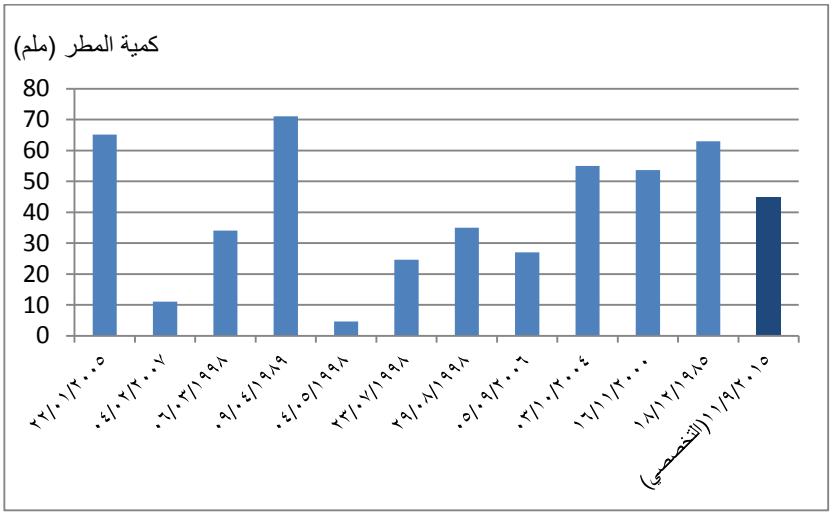
أولاً: تكرارية الأمطار الرعدية في مدينة مكة المكرمة

تشـــهد مدينة مكة المكرمة تكرار الأمطار الرعدية المســـببة لجريان ســـيلي في شـــوارعها وفي بعض أحيائها ومن خلال جدول (١) يتضـــح أنّ عدد الأيام المطيرة التي زادت كمية المطر بها عن ٢٠ملم في مدينة مكة المكرمة بلغت ١٣يوم خلال الفترة من ٢٠٠٠- ٢٠٠٩م (بنسبة تصل إلى ٠.٤٪ من إجمالي عدد أيام الفترة والبالغة ٣٦٥٣ يوم)، ويمكن تقســـيم الأيام المطيرة التي زادت بها كمية الأمطار عن ٢٠ ملم بمدينة مكة المكرمة إلى خمســـة فئات، هي: الأيام التي زادت كمية المطر اليومي بها عن ٦٠ملم بلغت ٣ أيام. والأيام التي تراوحت بها مجموع المطر اليومي بها أكثر من ٥٠ملم -٦٠ ملم بلغت ٣ أيام. والأيام التي تراوح مجموع المطر اليومي بها أكثر من ٤٠ – أقل من ٥٠ بلغت يومين فقط، والأيام التي تراوح مجموع المطر اليومي بها أكثر من ٣٠ – أقل من ٤٠ملم بلغت يومين. والأيام التي تراوح مجموع المطر اليومي بها أكثر من ٢٠ – أقل من ٣٠ بلغت ٥ أيام .

وبمقارنة أكبر كمية مطر يومي في محطة مكة المكرمة خلال الفترة من ١٩٨٥ – ٢٠٠٩ بأكبر كمية ســـقطت في المحطات في يوم ٢٠١٥/٩/١١م والبالغة ٤٥ملم بمحطة التخصـــص كما في شـــكل (٢) يتضـــح انخفاضـــها عن مجموع الأمطار اليومية في أيام عديدة لســـنوات ســـابقة مثل يوم ٢٠٠٥/١/٢٣ (٦٥.٢ملـــم) ويـــوم ١٩٨٩/٤/٩ (٧١.١ملـــم) ويـــوم ١٠/٣/ ٢٠٠٤ (٥٥ملـــم) ويـــوم ٢٠٠٠/١١/١٦ (٥٣.٧ملم) ويوم ١٢/١٨/ ١٩٨٥ (٦٣ملم) ومما ســـبق يتضـــح أنّ حالة ســـقوط الأمطار يوم ٩/١١/ ٢٠١٥ ليست هي أكثر حالات سقوط المطر اليومي في مدينة مكة المكرمة.

جدول (١) تكرارية مجموعة الأمطار اليومية التي تزيد عن ٢٠ملم في محطة مكة المكرمة للفترة من ٢٠٠٠ – ٢٠٠٩

	عدد الأيام
أكثر من ٢٠ملم	٥
أكثر من ٣٠ ملم	١
أكثر من ٤٠ ملم	٢
أكثر من ٥٠ ملم	٣
أكثر من ٦٠ ملم	٣



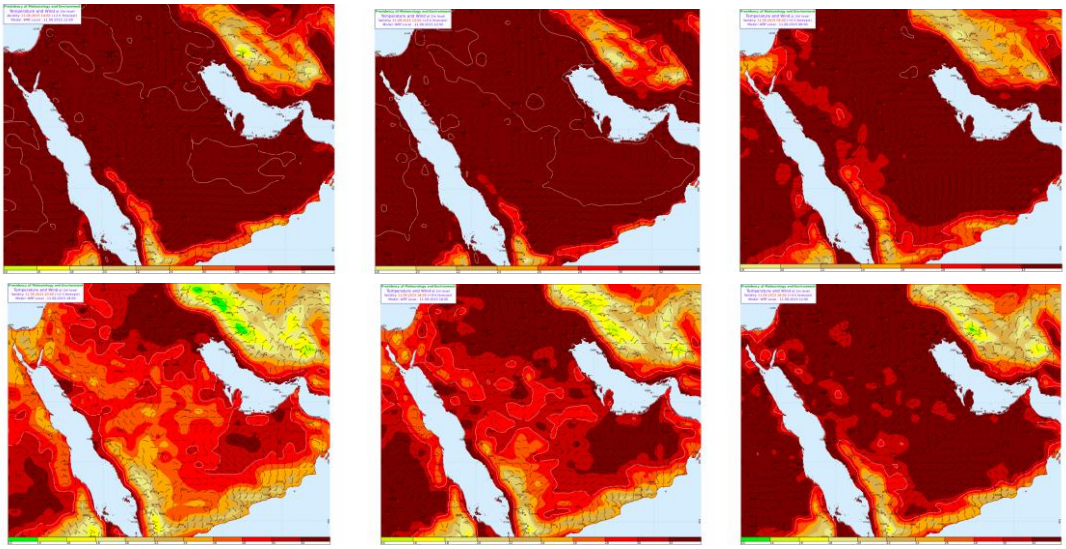
شكل (٢) أكبر كمية مطر يومي في مكة المكرمة خلال الفترة من ١٩٨٥-٢٠٠٩م

ثانياً: أسباب سقوط امطار يوم ٢٠١٥/٩/١١

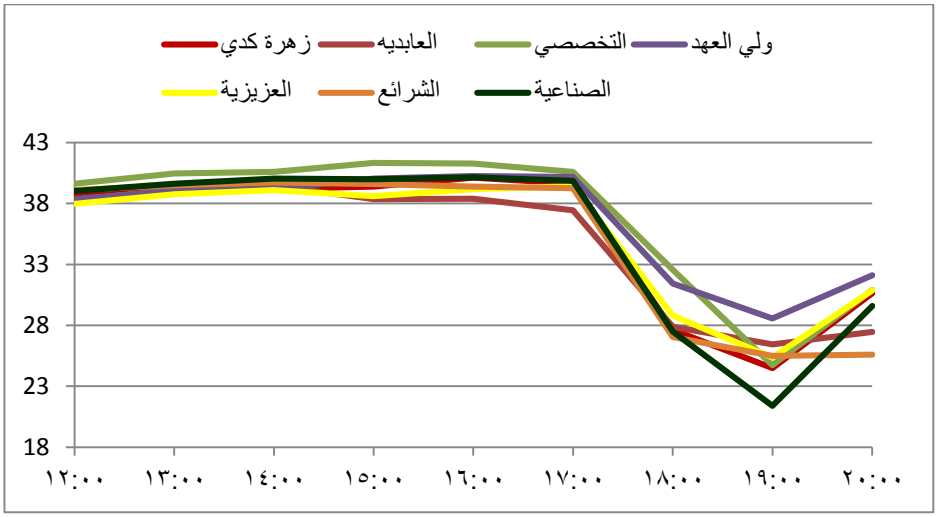
تتفاعل مجموعة من العوامل العالمية والإقليمية والمحلية في إحداث تقلبات جوية محدثة ظواهر طقس فجائية يصاحبها في الغالب الأعم سقوط أمطار فجائية مختلفة عن الوضع الطبيعي المعتاد في نفس الوقت من العام، والعوامل المؤثرة والمحدثة لاضطرابات الطقس يوم ٢٠١٥/٩/١١ هي درجة الحرارة وتوزيع الضغط الجوي والرياح والرطوبة الجوية وكمية السحب، وفيما يلي تناول كل منها:

درجة الحرارة: يتضح من الخرائط (٣) التغير الساعي لدرجة الحرارة عن مستوى ٢ متر بشبه الجزيرة العربية والتي تشير إلى ارتفاع درجة الحرارة بمقدار يزيد عن ٣٥°م طوال ساعات النهار بل انخفضت درجة الحرارة في المناطق المحيطة بمدينة مكة المكرمة مع استمر ارتفاعها داخل المدينة ، إذ لم تنخفض درجة الحرارة بدءاً من الساعة ١٣.٠٠ وحتى الساعة ١٧.٠٠ عن ٣٨.٣°م بجميع المحطات كما يظهر في شكل (٤) ، وارتبط بارتفاع درجة الحرارة انخفاض كثافة الهواء وتكون تيارات صاعدة والتي ما تحدث في مناطق محددة المساحة مثل مراكز المدن (كما هو الحال في مدينة مكة المكرمة) ونجم عن ذلك انخفاض في قيم الضغط الجوي نتيجة العلاقة العكسية كما يظهر في شكل (٥)، إذ لم تريد قيم الضغط الجوي (المسجلة – المقدرة) في الست ساعات السابقة لسقوط الأمطار عن ٩٩٠ ملليبار، وساعد على سرعة التصعيد الطبيعة الجلية لمكة المكرمة إذ يتراكم الهواء عند السفوح الجبلية مما يؤدي إلى سرعة التيارات الصاعدة إضافة إلي تقابل رياح شمالية باردة مع جنوبية دفيئة، وحدث للهواء

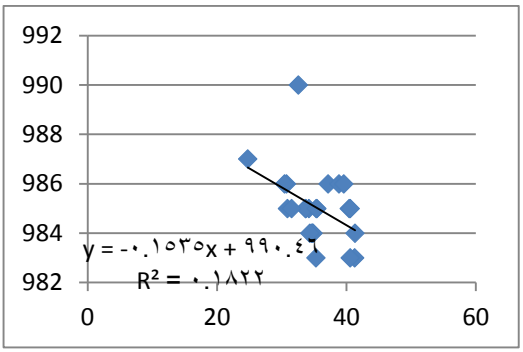
المتصـــاعد عمليات اديباتيكيتة Adibatic Processes محدثاً انخفاض في درجة حرارته بدون تبادل للطاقة مع الهواء المحيط . إذ تتغير درجة حرارة الهواء رأســياً نتيجة لتمدده فعندما يرتفع الهواء يزداد حجمه لانخفاض الضغط الجوي وتقل درجة حرارته لأنّ الطاقة تتوزع على حجم أكبر (على أحمد غانم ، ٢٠١١، ص٢١٣) ويسـتدل على ذلك من انخفاض درجة الحرارة الواضـح أثناء وعقب سـقوط الأمطار بنحو ساعة في جميع المحطات بمقدار لم ينخفض عن ٨مْ .



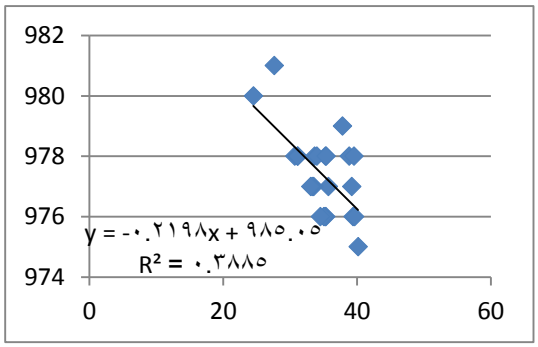
شكل (٣) درجة الحرارة السطحية في شبه الجزيرة العربية يوم ٢٠١٥/٩/١١



شكل (٤) درجة الحرارة الساعية بالمحطات من الساعة ١٢ – ٢٠ يوم ٢٠١٥/٩/١١



التخصصي



زهرة كدي

شكل (٥) العلاقة بين درجة الحرارة والضغط الجوي

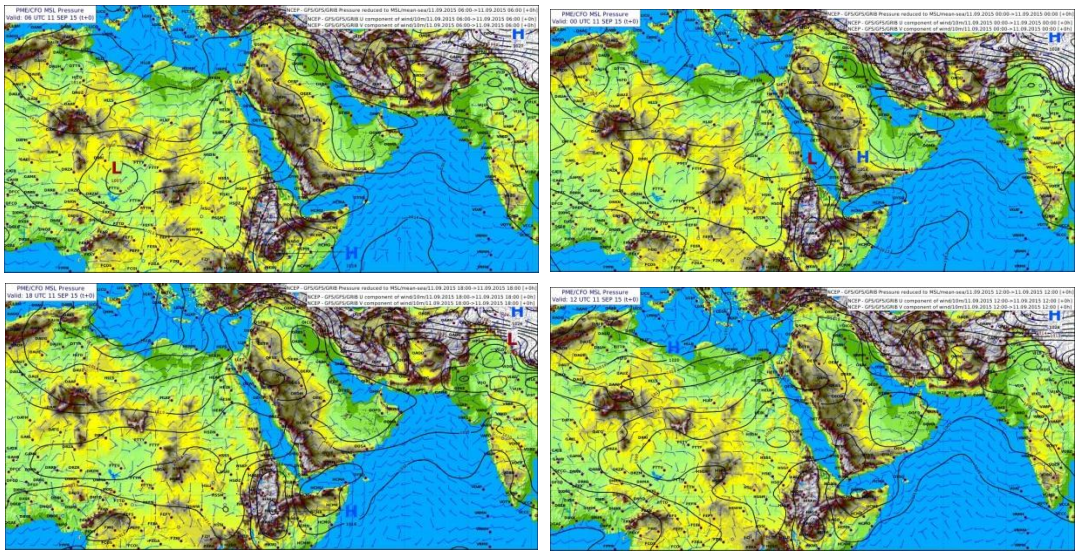
الضغط الجوي:إنّ توزيعات الضغط الجوي هي العامل الرئيس والمؤثر في حركة الهواء وإحداث التقلبات الحادة في أحوال الطقس، ومن خلال الخرائط (٦) والموضحة للتوزيعات العالمية للضغط الجوي نتبين أنّ مكة وقعت تحت تأثير امتداد الضغط الجوي المنخفض المتمركز على جنوب غرب شبه الجزيرة العربية والنصف الجنوبي للبحر الأحمر طوال ساعات اليوم. وبلغت قيم الضغط الجوي المحيط بمدينة مكة المكرمة عند الساعة ٠٠.٠٠ نحو ١٠٠٦ ملليبار وارتفع إلى ١٠٠٨ ملليبار عند الساعة ٦.٠٠ ثم انخفض إلى ١٠٠٤ ملليبار عند الساعة ١٢ ونجم عنه تعرض المنطقة بشكل عام ومدينة مكة المكرمة بشكل خاص إلى هبوب الرياح الجنوبية الغربية والغربية المحملة ببخار الماء من البحر الأحمر والرياح الشمالية والشمالية الغربية الباردة، ونجم عن تقابلها تكون حركات تصعيد للهواء إلى أعلى، ومما زاد من حدة تصعيد الهواء في مدينة مكة المكرمة انخفاض الضغط الجوي في محطتي التخصصي عن ٩٩٠ملليبار وفي محطة زهرة كدي عن ٩٨١ ملليبار بفارق يزيد عن ١٥ ملليبار عن المناطق المحيطة للمدينة مكوناً منخفض جوي شديد الانحدار ومحدثاً للظواهر التالية:

- زيادة سرعة صعود الهواء إلى أعلى في وقت زمني قصير خاصة في الساعات الممتدة من الساعة ١٦:٠٠ وحتى الساعة ١٨:٠٠ وصاحبها تكون من سحب رعدية مطيرة.

- أنّ قلب الانخفاض تكون في قلب مدينة مكة المكرمة بالمنطقة المركزية ويستدل على ذلك من فارق قمم الـ ضغط بين محطتي التخ صص وزهرة كدي في ساعات اليوم المختلفة خا صة الساعات ١٥:٠٠ و ١٦:٠٠ و ١٧:٠٠ و ١٨:٠٠.

- تكون حدة المنخفض الجوي عند الساعة ١٦:٠٠ بمدينة مكة المكرمة حيث سجل أدنى قيمة للضغط الجوي بمحطة التخصص بمقدار ٩٨٣ ملليبار عند الساعة ١٦:٠٠ و ١٧:٠٠، وفي محطة زهرة كدي بلغت أدني قيمة للضغط عند الساعة ١٦:٠٠ بمقدار ٩٧٥ملليبار وعند الساعة ١٧:٠٠بلغ ٩٧٦ ملليبار

- زيادة انحدار الضغط الجوي في مدينة مكة المكرمة، ففي المنطقة المحصورة بين محطتي التخصص وزهرة كدي بلغ مقدار الانحدار عند الساعة ١٦:٠٠ و ١٧:٠٠ نحو ٠.٦ ملليبار/كم، وعند الساعة ١٨:٠٠ بلغ ٠.٧ ملليبار/كم وارتبط بذلك زيادة سرعة الرياح السطحية التي بدأت في الزيادة الواضحة من الساعة ١٦:٠٠



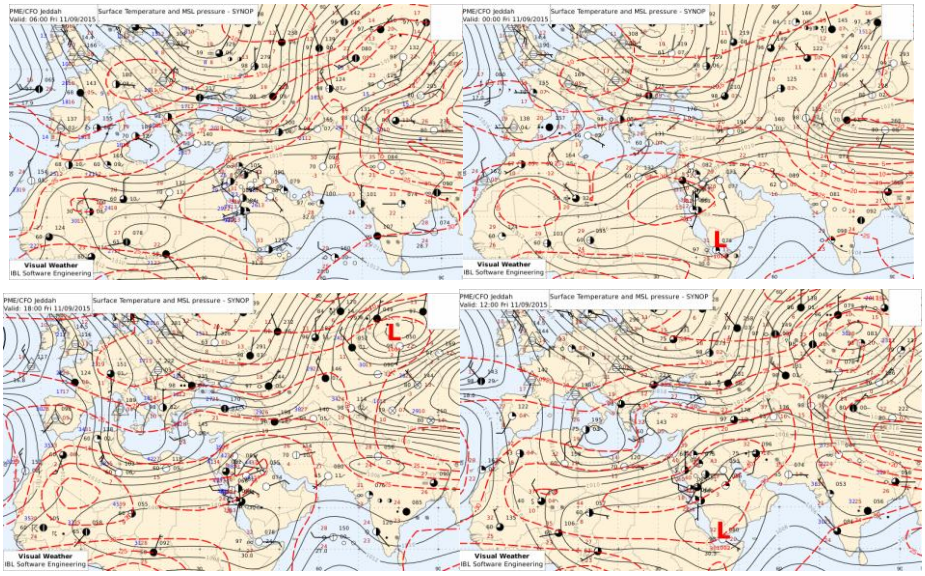
شكل (٦) توزيعات الضغط الجوي العالمية والمحلية في منطقة الشرق الاوسط

الرياح : ارتبط بتوزيعات الضغط الجوي هبوب رياح جنوبية وجنوبية غربية وشمالية شمالية غربية على مدينة مكة المكرمة والمناطق المحيطة بها، وتغيرت هذه الرياح من ساعة لأخرى، من خلال الخرائط (٧) يتضح أنّ الرياح الهابة عند الساعة ٠٠:٠٠ هي الرياح الجنوبية والرياح الشمالية، وبالانتقال إلى

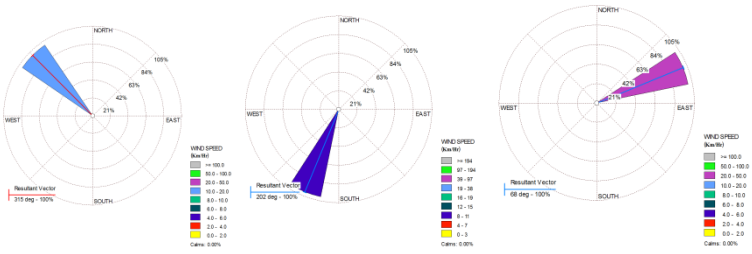
الساعة ٦:٠٠ سادت الرياح الجنوبية والجنوبية الغربية، وعند الساعة ١٨:٠٠ سيطرت الرياح الشمالية الغربية، والرياح الجنوبية الغربية، وتتسم الجنوبيات بأنّها رياح حارة والشماليات رياح باردة مما تسبب في إحداث تكون جبهة هوائية ومنخفض جوي داخل مدينة مكة مقترنا كذلك مع حركة تصعيد الهواء الاديباتي ومحدثاً زيادة واضحة في سرعات الرياح السطحية معظم ساعات اليوم في مدينة مكة المكرمة كما يظهر في جدول (٣) وشكل (٨) ومع زيادة شدة انحدار الضغط الجوي داخل مكة المكرمة للساعات من ١٦:٠٠ وحتى ١٨:٠٠ زادت سرعات الرياح بصورة مضطرة فيما بين الساعة ١٦:٠٠ وحتى ١٩:٠٠ لتصل أقصى سرعة في العابدية عند الساعة ١٧:٠٠ بمقدار ٣٠.٥كم/ساعة، وفي التخصص عند الساعة ١٨:٠٠ بمقدار ٤٠.٥كم/ساعة، وفي زهرة كدي عند الساعة ١٧:٠٠ بمقدار ١٦.٦كم/ساعة، وفي العزيزية عند الساعة ١٧:٠٠ بمقدار ١٥٠١كم/ساعة، وفي الشرائع عند الساعة ١٦:٠٠ بمقدار ١٨.٥ كم.

جدول (٣) سرعات الرياح الساعية في محطات الدراسة

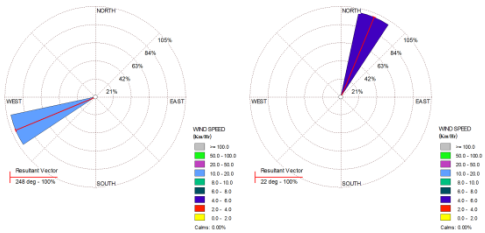
الساعه	زهرة كدي	العابديه	التخصصي	ولي العهد	العزيزية	المسفلة	الشرائع	الصناعية
16:00	9.9216	22.1004	12.8628	16.4592	5.7348	7.236	18.5256	6.401
17:00	12.6612	30.528	16.7076	20.034	15.1344	9.54	31.284	14.346
18:00	16.8732	10.7028	34.956	40.536	6.3288	37.188	9.3348	3.773



شكل (٧)خرائط الطقس السطحية في شبه الجزيرة العربية



العابدية الساعة ١٧ التخصصي الساعة ١٨ زهرة كدي الساعة ١٧



العزيزية الساعة ١٧ الشرائع الساعة ١٦

شكل (٨) أقصى سرعة رياح ساعية واتجاهها بمحطات الدراسة

الرطوبة الجوية والسحب: لعبت الرياح الرطبة والهابة على مدينة مكة المكرمة إضافة إلى الرطوبة الجوية المحلية والتي لم تنخفض طوال ساعات اليوم في محطة العابدية وزهرة كدي والشرائع عن ٣٠ و ٢٥ ٪ دوراً بارزاً في توفر كمية كافية من الرطوبة الجوية والتي حدث لها تصعيد إلى أعلى ونتيجة لانخفاض درجة الحرارة إلى مستوى التكاثف تكونت مجموعات سحب واختلف مقدار تغطية السحب للقبة السماوية من ساعة لأخرى، فمن خلال الخرائط (٧) يتضح أنّ مقدار ما تغطيه السحب عند الساعة ٠٠:٠٠ بلغ ١٠/٥، وعند الساعة ٦:٠٠ بلغت مقدار ما تغطيه السحب ١٠/٦،وعند ١٢:٠٠ نحو١٠/٥، وبالانتقال إلى الساعة ١٨:٠٠ كأنّ مقدار السحب التي غطت القبة السماوية أكبر قيمه في ساعات اليوم بمقدار١٠/٨، وصاحبها سقوط أكبر مقدار ساعي للأمطار على مدينة مكة المكرمة.

ثالثاً: ظواهر الطقس المصاحب لحالة سقوط الأمطار:

تعددت ظواهر الطقس التي صاحبت و سبقت الأمطار، ولتناول ظواهر الطقس في مدينة مكة المكرمة لابدّ من إنشاء وتصميم خريطة طقس للمدينة محدداً عليها ظواهر الطقس المختلفة وهي درجة الحرارة والضغط الجوي واتجاه الضغط الجوي واتجاه وسرعة الرياح وظواهر الطقس الحاضر وكمية

السحب وارتفاع السحب ومن خلال جدول (٣) والموضح لبيانات الطقس السطحية لمدينة مكة المكرمة يتضح أنّ ظواهر الطقس هي:

الضغط الجوي : لا يسجل الضغط الجوي بالرغم من أهميته القصوى في عمليات التنبؤ الجوي إلا في محطتين هما بأحياء التخصص وزهرة كدي، وتظهر قيم الضغط الجوي انخفاضها الواضح مكونة نطاقا محليا من الضغط المنخفض، إذ بلغت قيمة الضغط عند الساعة ١٢:٠٠ في محطتي أحياء التخصص وزهره كدي ٩٨٦ و ٩٧٨ ملليبار على الترتيب مما يشير إلى تكون ضغط جوي منخفض (منخفض جوي) فوق مدينة مكة المكرمة، وبالانتقال إلى الساعة ١٦:٠٠ يتضح الانخفاض الواضح للضغط الجوي في المحطتين حيث بلغ في التخصص ٩٨٣ ملليبار منخفضا بمقدار ٣ملليبار، وفي زهره كدي بلغ ٩٧٥ ملليبار، ويؤكد ذلك تكون منخفض جوي. والمنخفض الجوي يتكون من مركز يحتوي على أقل قيمة للضغط الجوي والتي تصل إلى ٩٧٠ ملليبار، ويشكل منطقة تجمع للرياح وتتجه الرياح إلى مركز الضغط من جميع الجهات وتدور الرياح حول المركز عكس اتجاه عقارب الساعة في النصف الشمالي للكرة الأرضية (علي غانم، ٢٠١٢، ص ١٤٣) وبالانتقال إلى الساعة ١٨:٠٠ ارتفع الضغط الجوي عن الثلاث ساعات السابقة ليبلغ ٩٩٠ ملليبار في التخصص و٩٨١ ملليبار في حي زهره كدي، وزيادة الضغط يشير إلى بداية تلاشي حالة الاضطراب الجوي

اتجاه تغيير الضغط : يعرف اتجاه تغير الضغط الجوي بأنّه مقدار تغير الضغط خلال الثلاث ساعات السابقة إما بزيادة قيمة الضغط أو انخفاضها (مسعد سلامة مندور، ٢٠٠٨، ص٥٧) ولتغير الضغط الجوي أهمية كبيرة في التنبؤات الجوية لأنّ تناقص الضغط يدل على قدوم مركز المنخفض الجوي، وتزايده يدل على قدوم مركز المرتفع الجوي (علي أحمد غانم، ٢٠١٢م، ص١٨٣) ومن خلال جدول(٣) يتضح أن الضغط الجوي انخفض من الساعة ٩ إلى الساعة ١٢ بمقدار -١ملليبار بحي التخصص وظل ثابتا في حي زهره كدي، في حين انخفض بالانتقال من الساعة ١٢ إلى الساعة ١٦ بمقدار -٣ ملليبار بالمحطتين مما يشير إلى تكون منخفض واضح عند الساعة ١٦ وهي البداية الحقيقية لزيادة سرعة الرياح في المدينة، وبالانتقال للساعة ١٨ ارتفع الضغط الجوي في أحياء التخصص وزهره كدي بمقدار +٧ و+٦ملليبار مما يشير إلى بداية ارتفاع الضغط عند القيم السابقة.

اتجاه الرياح : تعددت اتجاه هبوب الرياح واختلفت من محطة لأخرى في الســاعة الواحدة بمدينة مكة المكرمة، بل لم يظهر اتجاه واحد سائد في أي محطة بل تغيرت الرياح الهابة واتجاهها من ساعة لأخرى في المحطة الواحدة، إلا أنّه عند الساعة ١٢ اختلفت الرياح الهابة من محطة لأخرى ويمكن تجميعها في ثلاثة أقسام رئيسة هي الرياح الشمالية ولم تظهر سوى في حي العزيزية، والرياح الجنوبية والجنوبية الشرقية وهبت على محطات أحياء التخصص والعابدية والشرائع وولي العهد، والرياح الشمالية الغربية وسادت في زهره كدي والمسفلة.

وعند الساعة ١٨ اختلفت الرياح في جميع المحطات عما كانت عليه عند الساعة ١٢ في المحطة نفسها، وسادت الرياح الشمالية في محطتي أحياء التخصص وولي العهد، والرياح الشمالية الشرقية في أحياء المسفلة والعابدية والرياح الجنوبية الشرقية في أحياء زهرة كدي والصناعية والشرائع والرياح الجنوبية في العزيزية، وهذا الاختلاف في اتجاهات الهبوب من ســاعة لأخرى في المحطة الواحدة ومن محطة لأخرى في الساعة الواحدة يرجع إلى حالة الاضــطراب الجوي المصــاحب للانخفاض الحاد في الضــغط الجوي بمكة المكرمة.

جدول (٣) عناصر الطقس في محطات الدراسة الساعة ١٢ و ١٨

عنصر الطقس	التخصص		الشرائع		ولي العهد		العزيزية	
	١٢	١٨	١٢	١٨	١٢	١٨	١٢	١٨
TT	٣٩.٦	٣٢.٥	٣٩.١	٢٧	٣٨.٣	٣١.٤	٣٧.٩	٢٨.٧
wd	٤٩	٢٠	١٩٦	١٢٢	١٨٩	٣٣	٣٧	١٨.٣
ws	١٠.١	٣٤.٩	١٤.٤	٩.٣	١٣.٣	٤٠.٥	٤٧	٦.٣
ppp	٩٨٦	٩٩٠						
+pp	١-	٧+						

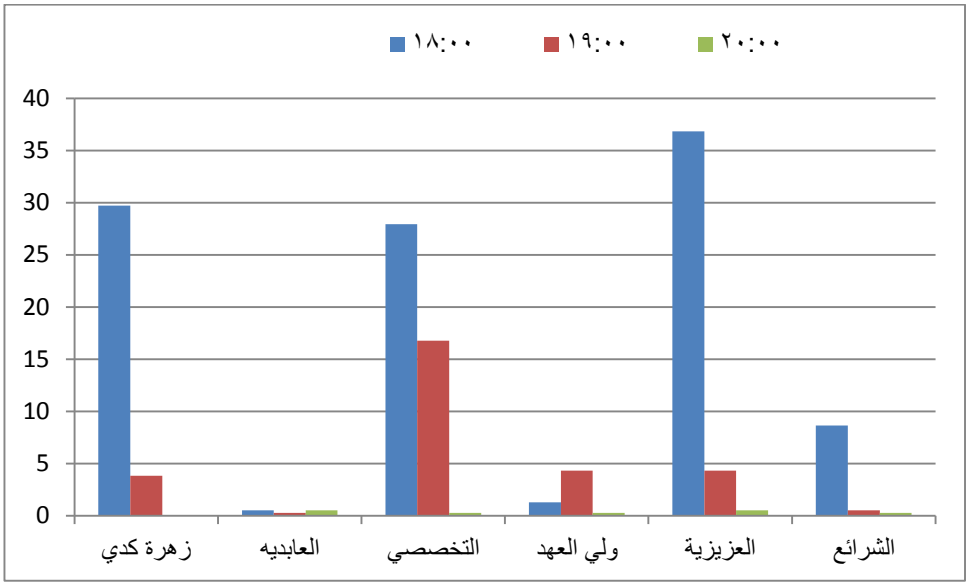
تابع جدول (٣) عناصر الطقس في محطات الدراسة الساعة ١٢ و١٨

عنصر الطقس	العابدية		زهرة كدي		المسفلة		الصناعية	
	١٢	١٨	١٢	١٨	١٢	١٨	١٢	١٨
TT	٣٨.١	٢٧.٨	٣٨.٨	٢٧.٦			٣٩	٢٧.٥
wd	٢٩٩	٦٤	٣٤٨	١٠٧	٢٩٥	٥٢	٢٠٨	١٢٠
ws	١٢.١	١٠.٧	٧.٤	١٦.٨	٥.٩	٣٧.١	٢.٨	٣.٧
ppp			٩٧٨	٩٨١				
+pp			صفر	+٦				

رابعاً: خصائص الأمطار الساقطة يوم ٢٠١٥/٩/١١م

اتسمت أمطار مكة المكرمة بالتساقط الفجائي الغزير خلال فترة زمنية محدودة، إذ بلغت نسبة الأمطار الساقطة خلال ساعة أكثر من ٧٥٪ من كمية الأمطار الساقطة بمعظم المحطات، وسجل متوسط الأمطار الساقطة على مدينة مكة المكرمة خلال اليوم نحو ٢٢.٨ ملم، وتباينت الأمطار الساقطة في قمتها الساعية من محطة لأخرى فضلاً عن اختلافها المكان من حي لآخر.

ومن خلال الشكل (٩) والموضح لكمية الأمطار الساعية الساقطة وقت الحالة بالمحطات المختلفة يتضح أنّ أعلى كمية أمطار ساعية سقطت في حي العزيزية عند الساعة ١٧:٠٠ بمقدار ٣٦.٨ ملم (٨٨.٤٪ من جملة الأمطار في المحطة) وجاء بعدها محطة حي التخصص بمقدار أمطار ساعي ٢٧.٩ ملم عند الساعة ١٨:٠٠ (بنسبة ٦٢٪ من جملة الأمطار الساقطة بالمحطة)، وسجل أعلى كمية أمطار ساعية في محطة حي ولي العهد عند الساعة ١٩:٠٠ بمقدار ٤.٣ملم (بنسبة ٧٤.١٪ من جملة الأمطار الساقطة بالمحطة) وفي الشرائع بلغ مقدار الأمطار الساقطة عند الساعة ١٨:٠٠ نحو ٨.٦٤ ملم (بنسبة ٨٩.٤٪ من جملة الأمطار الساقطة بالمحطة) وفي حي زهرة كدي بلغت الأمطار الساعية ٢٩.٧ عند الساعة ١٨:٠٠ (بنسبة ٨٨.٦٪ من جملة الأمطار بالمحطة).



شكل (٩) كمية المطر الساعي في المحطات يوم ٢٠١٥/٩/١١

خامسا: بعض الخسائر الاقتصادية الناجمة عن حالة الاضطراب الجوي يوم ٢٠١٥/٩/١١

تعددت الخسائر الاقتصادية التي حدثت نتيجة سقوط الأمطار في مدينة مكة المكرمة يوم ٢٠١٥/٩/١١م والتي أسفرت عن سقوط واقتلاع بعض الأشجار وهدم بعض الأسوار و سقوط واجهات بعض المباني ولوحات الإعلانات وتحطم بعض السيارات وهبوط أرضي في بعض المواقع المحدودة فضلاً عن سقوط الرافعة بالحرم المكي الشريف، صور (١).إلا أنّه يصعب تحديد القيمة الفعلية والحقيقية للخسائر الاقتصادية في هذا اليوم للعديد من الأسباب ومنها ان لم يتم حصر جميع الخسائر، وتعدد تبعية الملكيات لهذه الخسائر فبعضها خسائر عامة وبعضها ملكيات خاصة، وعدم الاهتمام بتحديد القيمة الاقتصادية لبعض الخسائر مثل واجهات المباني أو الاسوار او تحطم بعض الطرق، ويضاف إلى ذلك صعوبة تحديد القيمة الحقيقية للأشجار المتحطمة أو الساقطة لكونها ذات قيمة بيئية لمكة المكرمة تفوق القيمة الاقتصادية .

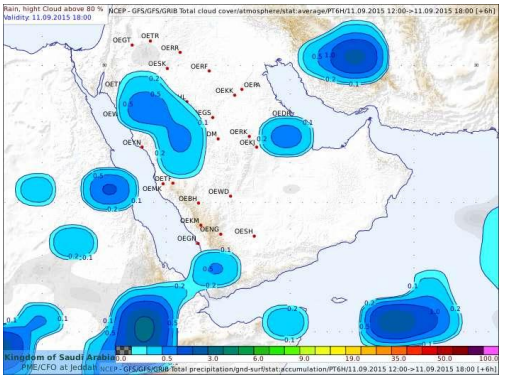
صوره (١) بعض الخسائر الاقتصادية الناجمة عن حالة الاضطراب الجوي يوم ٢٠١٥/٩/١١

النتائج والتوصيات

آثرنا في هذه الورقة العلمية أن ندمج النتيجة بتوصية مصاحبة لها حتى تتحقق الفائدة التطبيقية للنتائج، واهم النتائج والتوصيات هي:

- أظهرت الدراسة أنّ حالة الاضطراب الجوي والتي صاحبها انخفاض في الضغط الجوي وزيادة شدة انحدار الضغط وزيادة سرعة الرياح وسقوط أمطار حدثت نتيجة تداخل مجموعة من العوامل العالمية والاقليمية والمحلية الخاصة بمدينة مكة المكرمة، الا أنّ الظروف المحلية كان لها تأثير واضح ومباشر في احداث اضطراب اكثر شدة عن المناطق المحيطة بها ويستدل على ذلك من انخفاض الضغط داخل المدينة بصورة ملحوظه عن المعدلات الساعية للإقليم إضافة الي عدم تسجيل كمية الامطار في الخرائط العالمية، شكل (١٠). ولهذا توصي الدارسة بضرورة تبني وانشاء وحدة للتنبؤ الجوي لمكة المكرمة في معهد خادم الحرمين الشريفين لتصميم خرائط طقس ساعية لمكة والمشاعر المقدسة واجراء التنبؤ الجوي الساعي معتمدة

في ذلك على المحطات المقامة والبيانات المحلية والعالمية المتاحة في الرئاسة العامة للأرصاد الجوية وحماية البيئة .



شكل (١٠) الامطار الساقطة خلال يوم ٢٠١٠/٩/١١م بشبه الجزيرة العربية

- اتضح من الدراسة أنّ الخصائص الموضعية والطبيعة الجبلية لمكة المكرمة تتحكم في بعض التغيرات في خصائص الطقس من حي لآخر، خاصة درجة الحرارة والضغط الجوي وسرعة الرياح والامطار . لذا توصي الدراسة بالتوسع في إنشاء محطات ارصاد جوية على قمم بعض الجبال وفي بطون بعض الاودية وفي بعض الشوارع خاصة في المنطقة المركزي، ويمكن تحديد هذه المواقع في دراسة آخري.

- أسفرت الدراسة عن النقص الواضح في قياس العديد من ظواهر الطقس في المحطات وخاصة الضغط الجوي اذا لا يسجل الضغط الجوي سوى في محطتي أحياء التخصصي وزهرة كدي . لذا توصي الدراسة بضرورة استكمال رصد وقياس جميع العناصر في كل المحطات.

- اظهرت الدراسة أنّ اكبر كمية مطر ساعي سقطت في حي العزيزية عند الساعة ١٧ بمقدار ٣٦.٨ ملم، وفي أحياء محطتي التخصصي وزهرة كدي سقط ٢٧.٩ ملم عند الساعة ١٨، وسجل اكبر كمية مطر يومي في حي التخصصي بمقدار ٤٥ ملم ثم العزيزية بمقدار ٤١.٦ ملم، وهذه الكمية الساقطة من المطر الساعي او اليومي لا تسبب احداث جريان سيلي شديد الخطورة. لذا تكمن مشكلة الجريان في صورة سيل بمكة المكرمة في الطرق الانشائية الخاصة بتصريف مياه الامطار ، وفي هذا الشأن تقترح الدراسة طريقة بسيطة يمكن تنفيذها بعد تقييمها من الجهات الهندسية الخاصة بالإنشاء وتتلخص الطريقة في انشاء مجاري مائية

سطحية ملاصقة للجزر الوسطى في الشوارع أو في منتصف الجزيرة أو على جانبي الشارع بعمق ١٠٠ سم وعرض ٧٠ سم ومغطاه بغطاء حديدي ذي فتحات واضحة على أنّ يوضع في الاعتبار انحدارات الشوارع ودرجات ميل الطريق نفسة، ويتم تجميع المياه في حوض تجميع مصمم في أقل المناسيب في الشارع ويتصل حوض التجميع بسحارة تصريف المياه.

قائمة المراجع والمصادر

- أمينة عطا الله الرحيلي (٢٠٠٥) خصائص المناخ في منطقة مكة المكرمة الإدارية ، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا – كلية العلوم الاجتماعية – جامعة أم القرى .
- بدر الدين يوسف أحمد (١٩٩٢) مناخ مكة المكرمة، معهد البحوث العلمية وأحياء التراث الإسلامي ، جامعة أم القرى .
- سامي بن صالح ثابت علي (٢٠١٢) خصائص درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة "دراسة في المناخ الحضري"، رسالة ماجستير غير منشوره، قسم الجغرافيا- جامعة ام القرى.
- علي أحمد غانم (٢٠١٢) مبادئ التنبؤات الجوية، دار المسيرة للنشر والطباعة، عمان.
- معراج نواب مرزا، بدر الدين يوسف أحمد (٢٠٠١) أحوال الطقس والمناخ في الشتاء بمكة المكرمة، سلسلة رسائل جغرافية، الجمعية الجغرافية الكويتية، يونيو ٢٠٠١.
- مسعد سلامة مندور(٢٠٠٨)خرائط الطقس والمناخ، مكتبة ريهام، المنصورة.
- مسعد سلامة مندور(٢٠٠٩) التباين اليومي لدرجة الحرارة في مكة المكرمة، سلسلة بحوث جغرافية، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد ٢٧.
- مسعد سلامة مندور و تركي حبيب الله (٢٠١٢) تغير الأمطار وعلاقتها بالسيول في مدينتي مكة المكرمة والمدينة المنورة، الملتقي العلمي الرابع لأبحاث المدينة المنورة، الفترة من ٨-١٠ /١٤٣٣/٦ (٢٩ابريل – ١ مايو /٢٠١٢) معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج – جامعة أم القرى و معهد البحوث والاستشارات- جامعة طيبة، (بحث مشترك).

- مسعد سلامة مندور و سامي ثابت صالح(٢٠١٣) خصائص درجة الحرارة في مواسم الحج خلال الفترة من ٢٠٠٣-٢٠١٠م بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، الملتقي العلمي الثالث عشر لأبحاث الحج والعمرة، من ٣٠ إبريل -١مايو/ ٢٠١٣، معهد ابحاث الحج والعمرة والزيارة بجامعة أم القرى (بحث مشترك) .
- حمدانه علي الحارثي (٢٠١٥) استخدام تطبيقات الاستشعار عن بعد في دراسة العواصف المطيرة بمنطقة مكة المكرمة الادارية، رسالة ماجستير غير منشوره، قسم الجغرافيا- جامعة ام القرى.
- Anbar,O.M.,Masat,A.S.,Alamodi,A.O.,Makki,A.A. (2008) The Micro metrological Changes in The Haram area of Makkah city and the feed back of change in comfort of people, King Abdul-Aziz University Research Projects Sponsored by Kacest.
- قسم البحوث البيئية والصحية (٢٠١٥) البيانات الساعية لمحطات معهد خادم الحرمين الشريفين، جامعة أم القرى
- الموقع الالكتروني للرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة