الملتقى العلمي الحادي عشر لأبحاث الحج
معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج –جامعة ام القرى-مكة المكرمة -1432هـ
ورقة عمل

إدارة الحشود في منطقة ومنشأة الجمرات

د.م. / سليم محمود البوسطة
الإدارة المركزية للمشروعات التطويرية- وزارة الشؤون البلدية والقروية – المملكة العربية السعودية

ملخص
مرت بحمد الله تعالى مواسم الحج الخمسة الماضية (منذ عام 1427هـ حتى 1431هـ) دون رصد أية حوادث تكدس أو ازدحام خطر للمشاة في منطقة ومنشأة الجمرات الحديثة بمشعر منى، وكان ذلك بتوفيق من الله تعالى ثم نتيجة للتطور الذي تم ببناء منشأة الجمرات الحديثة وما تم انجازه بالبنية التحتية الهندسية بمشعر منى وتنظيم وإدارة حشود الحجاج في الطرقات وتوجيهاها وتوزيعها على خمسة مستويات لرمي الجمرات وبمداخل ومخارج متعددة لضمان أداء الحجاج مناسك الرجم بسهولة ويسر.

تعرض هذه الورقة المنظومة الشاملة لحركة المشاة في منطقة ومنشأة الجمرات ومساراتها والطرقات المؤدية إليها ومنها والبرامج والعوامل الضابطة للمنظومة، حيث أثبتت التطبيقات في مواسم الحج الماضية أهمية استخدام المنهجية العلمية والخبرات المحلية والعالمية في وضع الخطط والتصميم والإدارة والتنفيذ، وقد الاستفادة من البحث العلمي واستخدام التكنولوجيا الحديثة في المراقبة التلفزيونية والتتبع الفوري بالفيديو للتدفقات ورصد أعداد الحجاج وكثافاتهم وسرعة الحركة ..الخ، وذلك لضبط التوازن في توزيع الكتلة البشرية القادمة من مختلف الاتجاهات بالتساوي على مختلف المستويات الخمس للجمرات والحفاظ على الانسيابية في حركة دخول وخروج الحجاج في كامل المنطقة ومرافقها.

1 مقدمة

أثبتت تقارير الجهات المعنية بالحج وتسجيلات الفيديو الفورية والصور وخبرات المشغلين أن الخطط التشغيلية المنفذة للنظام والتقنية الحديثة المستخدمة في مواسم الحج الخمس الماضية (1427-1431هـ) في الجمرات ومشعر منى تعمل كمنظومة متكاملة بشكل جيد /1/. ومن أهم العوامل التي دعمت هذا التقييم الايجابي والتي يجب المحافظة عليها هي:

- تجهيز البنية التحتية الهندسية لمنظومة خطة الحركة المتكاملة.
- تطبيق منظومة إدارة الحشود والتحكم بالازدحام في غرفة عمليات الجمرات بالكاميرات والحاسوب والرصد الميداني الفوري لتدفقات الحجاج واعددهم وكثافاتهم والطاقات الاستيعابية لكافة مرافق المنشأة والطرقات.
- الفصل التام بين عملية الدخول والخروج للمنطقة والمنشأة والمحافظة على مسارات الحركة باتجاه واحد وتفادي التقاطعات وحماية المساحات والمسارات بحواجز وأسوار ثابتة ومتحركة حسب الوظيفة.
- تفتيت الكتلة البشرية على المداخل والمخارج بالتساوي قدر الإمكان والمحافظة على انسيابية الدخول والخروج.
- تطبيق خطط معالجة احتمالات الازدحام الشديد والطوارئ في المسارات بمنطقة الجمرات بتحويل المسارات.
- استغلال كافة المساحات في الساحات كمواقع إخلاء وانتظار أو مناطق للجهات المشغلة للمنشاة.
- توفير لوحات إرشادية كبيرة وعلامات تدل على الاتجاه.
- فصل تام لحركة المشاة عن حركة المركبات وتوفير مسارات منعزلة للمواكب الرسمية وذوي الاحتياجات الخاصة.
- معالجة مشكلة حمل الأمتعة ومنع الافتراش.

وقد ساهم في هذا النجاح عناصر أخرى مثل برامج تفويج مجموعات الحجاج لرمي الجمرات وضبطه ومراقبته والبرامج التوعوية والإرشادية لتفادي المخاطر أثناء رمي الجمرات. وساهمت كافة الجهات المشاركة في نجاح مواسم الحج الخمس الماضية التي عملت سويا بروح الفريق الواحد والذي كان هدفه الأول هو سلامة الحاج /10/.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الشكل 1: منطقة ومنشأة الجمرات الحديثة في عام 1431هـ

2 معايير التنظيم والتصميم

1-2 الطاقة الاستيعابية وأنماط التدفقات

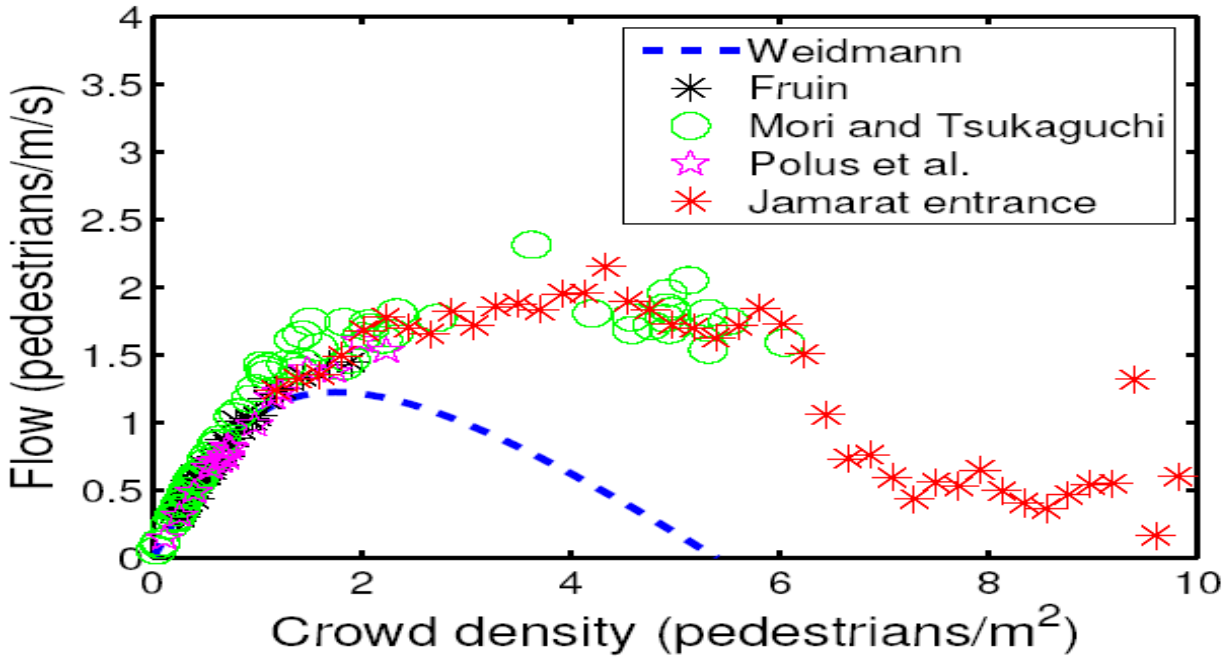
تبلغ الطاقة الاستيعابية لرمي الجمرات في كل مستوى (120.000حاج في الساعة) ، وتبلغ إجمالي الطاقة الاستيعابية للجمرات للمستويات الخمس (الدور الأرضي والأول والثاني والثالث والرابع) حوالي (480.000 حاج في الساعة الواحدة) /4-1/. أما بالنسبة إلى قيم تدفقات الحجاج في الطرقات فهي (3000 – 4500 حاج / م س). وفي حين تسمح القيمة (3.000 شخص/م س) بالمرور المضاد للأشخاص الفرادى في المسار يصبح مرور الأشخاص الفرادى المعاكس شبه مستحيل عند التدفقات التي تزيد عن (4.500 شخص/م س)، وسيتم استخدام قيمة (4.500شخص/م س) لحساب الطاقة الاستيعابية في برامج الجداول الزمنية لتفويج مجموعات الحجاج لرمي الجمرات في المسارات ذات الأسوار والحدود الصلبة الغير متحركة. وتبلغ مجموع الطاقات الاستيعابية لكافة الطرقات المؤدية من والى الجمرات (330.000 حاج في الساعة)/5/. وقد تم تحديد تدفقات الحجاج إلى الجمرات من مختلف الجهات بناءً على قياسات وتسجيلات الفيديو في مواسم الحج الماضية، ومن الواضح أن الحركة بالساحات حول الجمرات يومي العاشر والثاني عشر من ذي الحجة لها أنماط وساعات ذروة مختلفة، بينما تعتبر تدفقات الحشود في اليوم الحادي عشر والثالث عشر متوازنة ومعتدلة، كما تختلف نسب وأنماط تدفقات الحجاج القادمين من جهة منى أو من جهة مكة المكرمة والعزيزية والمعيصم إلى الجمرات حسب الوقت واليوم /6-9/.

2-2 المنحنى الأساسي للتدفقات (Fundamental Diagram)

يوصف في مجال ديناميكية الحشود التدفق في مكان محدد بالعلاقة بين متوسط التدفق (v= p/ms) ومتوسط الكثافة (p/m2) ويصف هذا المنحنى العلاقة بين كثافة حركة المشاة وسرعة التدفق ، حيث انه كلما زادت كميات وكثافات المشاة في الممرات كلما أصبحت سرعتها بطيئة. كما يؤدي التدفق الغير متوازن في الطرقات التي تصب في مكان واحد مع اختلاف كميات وأعداد الحشود إلى حالات حرجة وغير مستقرة ، ويمكن أن يتفاقم الوضع في حال توقف التدفق في إحدى الطرقات أو بعضها أو في مناطق تجمع الحشود، ويستخدم هذا المنحنى في تقدير الطاقات الاستيعابية ووصف حالات التدفق وسرعتها وكثافتها ويساعد في تصميم الممرات والتحكم في كميات التدفقات على سبيل المثال من خلال برامج تفويج الحشود ، كما يعطي هذا المنحنى في حالة الرصد والتحليل الفوري للتدفق حالة سير الحركة في الطريق وإنذاراً للتغيرات المفاجئة ومدى خطورة الكثافة العالية والازدحام في الحشد. ومن خلال النتائج الفورية تدار حركة الحشود ويمكن التحكم في انطلاق التدفقات أو تحويلها وتخصيص مناطق انتظار لها. وتعتبر قدرة الطرق (عرض الطريق والبنية الهندسية) على استيعاب الحشود هو العامل الأساسي لتصميم التدفقات وقيمها القصوى والتي يجب أن تمر في فترة زمنية معينة ، ومن خلال التصميم يمكن تحصيل التشغيل المثالي في كثافة الحشود وتدفقها وسرعتها وتتبعتها.

أجرى العديد من العلماء والباحثين تجارب ودراسات في مختلف الظروف والثقافات والأحجام للمشاركين في التجارب لإيجاد العلاقة بين متوسط التدفق ومتوسط الكثافة وذلك لوصف المنحنى الأساسي للتدفقات/12-20/ . ومن خلال النتائج يتضح أن هناك توافق في شكل المنحنى ولكن تفاوت بين القيم، كما تصف أغلبيتها توقف التدفق عند بلوغ الكثافة في الحشد إلى حوالي 5 أشخاص في المتر المربع الواحد. وقام فريق البحث السعودي الألماني العلمي بإجراء القياسات في منطقة الجمرات ورصد التدفقات في كافة الطرقات خلال الأعوام الماضية وتحليل هذه التدفقات ودراسة التزاحم في حادثة(1426هـ / 2006م) أمام مدخل جسر الجمرات القديم والتوصل إلى نتائج المنحنى الأساسي للتدفقات في الحج (الشكل 2)، والذي يبين أن حركة التدفق رغم الكثافة العالية التي قد تصل إلى 10 شخص/م لا تصل إلى التوقف تماماً وإنما تستمر مع نشؤ الموجات الضاغطة فيها التي قد لا يستطيع الإنسان التدخل والتحكم بها والتي قد تؤدي إلى إضرابات وكوارث التزاحم /12-13/.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الشكل 2: **المنحنى الأساسي للتدفقات (Fundamental Diagram) /14-12/**

3-2 الطاقات الاستيعابية للجمرات ومرافق الحج

تبلغ الطاقة الاستيعابية القصوى لمنشأة الجمرات في موسم حج 1432هـ للمستويات الخمس حوالي نصف مليون حاج في الساعة. أما بالنسبة للطرقات في منى فقد أوضحت القياسات وتحليل تسجيلات الفيديو في مواسم الحج الماضية أن الطاقة الاستيعابية لها حوالي (330ألف حاج في الساعة) ويوضح الجدول رقم 1 الطاقات الاستيعابية في مرافق الحج .

جدول 1: الطاقات الاستيعابية في مرافق الحج

مكان الطاقة الاستيعابية	الطاقة الاستيعابية القصوى تدفق حاج /ساعة
منشأة الجمرات الحديثة (خمسة مستويات) الدور الأرضي والأول والثاني والثالث والرابع	480.000
برامج التفويج لرمي الجمرات	300.000
الطرقات في مشعر منى من وإلى الجمرات	330.000
الطواف في الحرم الشريف 3 أدوار /23/	80.000-72.000
السعي في الحرم الشريف بعد التوسعة /22/	118.000

وقد تم حساب تدفقات الحجاج في جداول تفويج المجموعات لرمي الجمرات حسب اتفاق الجهات المشغلة والمسئولة بضرورة مراعاة عوامل الآمان في المنشأة وسعة الطرقات الحقيقة وقيم تدفقات الحجاج غير النظاميين على أساس أن قيمة الطاقة الاستيعابية للتفويج بالجمرات هي حوالي (300الف حاج بالساعة)/8/. وقد تم إعداد جداول التفويج على هذا الأساس وبالتفصيل على أن تستوعب مستويات منشأة الجمرات القيم المنشودة في الجدول رقم 2.

جدول 2: نسبة الاستخدام المنشودة في مختلف مستويات المنشأة في موسم حج 1432هـ

الدور	نسبة الاستخدام المنشودة	التدفق حاج / ساعة
الدور الأرضي	30%	100 ألف
الدور الأول	25%	80 ألف
الدور الثاني	15%	50 ألف
الدور الثالث	10%	30 ألف
الدور الرابع	20%	60 ألف

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ويوضح الجدول رقم 3 إحصائيات أعداد الحجاج الذين رموا الجمرات في موسم حج 1431هـ حسب القياسات بالتتبع الالكتروني بالكاميرات والحاسب الآلي الموضحة بالمرجع/ 24 & 26/، ويوضح الشكل رقم 3 منحنيات التدفقات الحجاج من والى الجمرات في مواسم الحج الماضية /25 و26/.

جدول رقم 3: أعداد الحجاج في مختلف مستويات الجمرات في موسم حج 1431هـ

إدارة الحشود بالجمرات
الإدارة المركزية للمشروعات التطويرية
وزارة الشؤون البلدية والقروية
المملكة العربية السعودية

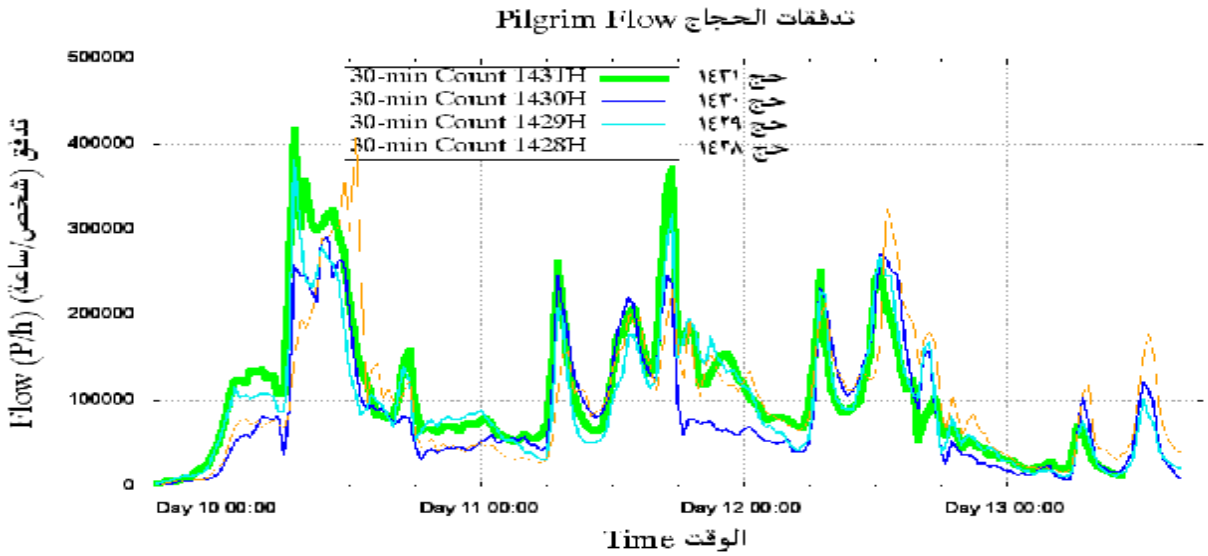
تحليل تدفق الحجاج
حج ١٤٣١ هـ

البداية: ث د س 18:00:00 اليوم ٩
الأخير: 10:00:00 اليوم ١٣

دخول	اليوم ٩	اليوم ١٠	اليوم ١١	اليوم ١٢	اليوم ١٣	الأجمالي
الحجاج النظامين	٠	١,٧٨٧,٠٠٠	١,٧٧٤,٥٠٠	١,٧٨٨,٠٠٠	١٧٩,٢٥٠	٥,٥٢٨,٧٥٠
اجمالي بالساحة	١٠٠,٠٢٢	٣,٦٤٦,٧٤٩	٣,٢٢٠,٩٨٨	٢,٤١١,٧٤٣	٢٨٢,٨٢٤	٩,٦٦٢,٣٢٨
اجمالي الراجمين	٥٤,٣٤٣	٣,٩٤٦,٧٧١	٣,٤٨٨,٧٦٨	٢,٦٧٥,٥٠٢	٢٩٩,٩١٥	٨,٤٦٥,٣٠٢
الدور الأرضي	٣٢,٤٠٩	١,٠٩٠,٤١٠	١,٠٠٠,٥٣١	١,١٨٣,٦٣٦	٢٠٧,٠٩٦	٣,٥١٤,٠٨٤
الدور الأول	١٩,٢٩٧	١,١٩٠,٩٠٢	٧١٢,٦٠٠	٧٧٩,٤٣١	٥١,٤٤٥	٢,٧٥٣,٦٦٨
الدور الثاني	٦٥	٥٨,٨٠٣	١٩٠,٤٥٨	١٤١,٢١٩	٦,٥٠٣	٣٩٧,٠٥٠
الدور الثالث	١٨٣	١٧٨,١٧٩	٣١٤,٧١٣	٢٩١,٢٤٩	١٢,٢٦٢	٧٩٦,٥٨٨
الدور الرابع	٢,٣٨٦	٤٢٨,٤٧٥	٢٧٠,٤٦٤	٢٧٩,٩٧٥	٢٢,٦٠٧	١,٠٠٣,٩٠٩

الجدول رقم4 :إحصائيات أعداد الحجاج الذين رموا الجمرات في مواسم حج 27-1431هـ /26/

موسم حج	عدد الحجاج
حج 1427 هـ	3 719 928
حج 1428 هـ	2 983 155
حج 1429هـ	3 336 986
حج 1430هـ	2 708 092
حج 1431هـ	3 023 646



الشكل 3: تدفقات الحجاج في مواسم الحج الماضية (من يوم 10 إلى 13 ذي الحجة)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3 مسارات المشاة في منطقة الجمرات

3-1عام

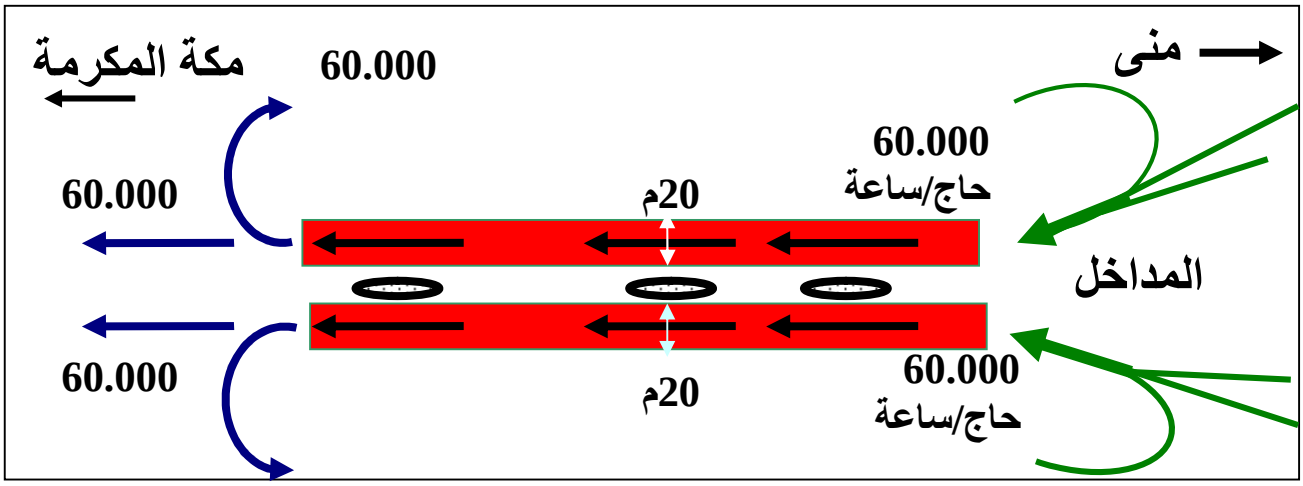
يبلغ متوسط طول ساحات الجمرات حوالي (2000م)ومتوسط عرضها حوالي (350م)، وقد تم تخطيط مسارات الحجاج فيها باستخدام الحواجز المرنة والثابتة والفواصل ، وتلوين الأرضيات، وخطوط حدودية ملونة وأسهم ولوحات إرشادية واضحة للحجاج (الشكل 4 و 6).وتم عمل مخططات وخرائط ومطويات وأفلام إرشادية للحجاج والمرشدين والعاملين بالحج للتعرف على كل مسار وصفاته من خلال الخطوط على الأرضيات والألوان والأسهم /1/. ويساعد هذا التصميم الحجاج والطاقم المشغل في معرفة المسار وحدوده للمحافظة عليه وإبعاد المفترشين عنه، كما يمكن في أوقات الذروة للحاج التعرف على المسار من خلال الحدود واللوحات الإرشادية. وقد تم تحديد ممرات الدخول والخروج للساحات بحيث يحافظ على مسارات الحجاج الرئيسية بالاتجاه الواحد وبتفادي حدوث اتجاهات متعاكسة أو متقاطعة للحركة. ومن الضروري تطبيق النظام العام للمسارات في الساحات في كافة الأوقات قبل يوم وقفة عرفة وخلال النهار والليل بحيث يتعود الحجاج على استعمال المسارات نفسها بأنظمتها التي سيسلكونها في يوم العيد وأيام التشريق /23/.

الشكل رقم 4: تخطيط ممرات الحجاج في الساحة

3-2 مسار رمي الجمرات

تبلغ الطاقة الاستيعابية لرمي الجمرات حول الأحواض البيضاوية الشكل (بطول 40م وعرض 11م) حوالي (120 ألف حاج بالساعة) وهذا يعني أن عرض المسار الضروري لاستمرارية الحركة السلسة حول الأحواض هو (20 متر) من كل جهة، وحيث أن مسار رجم الجمرات في داخل حدود المنشأة هو الصمام الرئيسي لضمان جريان بقية المسارات التي تصب في الساحات، وهو أيضاً مهم جدا لنجاح نظام حركة الحجاج بكامل مشعر منى. لذا يجب المحافظة عليه من قبل القوات المشغلة بشكل صارم ودون تهاون وتعاطف مع سلوكيات الحجاج وبالأخص الذين ينتظرون الزوال ويغلقون المسار في اليوم الثاني عشر من ذي الحجة. كما يجب المحافظة على الاتجاه الواحد في مسار الحجاج من الجمرة الصغرى إلى الكبرى لتفادي التقاطعات والإنعاكسات فيه وتبقى بوابات مسار خروج الحجاج مفتوحةً بعد الجمرة الكبرى للرجوع إلى منى أو المتابعة باتجاه مكة المكرمة (الشكل رقم5).

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الشكل رقم 5: رمي الجمرات ونموذج مسار الرجم في كل مستوى

3-3 مواقع الخدمات والطوارئ وممرات الإخلاء والإنقاذ

يجب أن يكون الهدف من توجه الحجاج إلى الجمرات هو أداء شعيرة الرجم فقط كما هو الحال في التوجه إلى المسجد الحرام للصلاة والطواف والسعي. وإشارة لما كان يسببه توفر دورات مياه وأماكن بيع الطعام والخدمات الأخرى على مداخل الساحات وأطرافها من تشجيع على الافتراش والتجمع حولها الأمر الذي يعيق الحركة ويكون سبباً في الحوادث فقد تم توزيع الخدمات والمرافق ودورات المياه في منطقة الجمرات في مواسم الحج الماضية بحيث تكون بعيدة عن أماكن الازدحام ومسارات الحشود وعلى مقربه من الساحات فيمكن الوصول إليها دون عناء كبير، ووزعت المواقع الخدمية ودورات المياه ومواقع الحلاقين ومراكز بيع المواد الغذائية بالتنسيق مع الجهات المعنية وعلى غرار تجارب مواسم الحج الماضية وتم تحديد مواقع الجهات التي تتولى إدارة الساحات وحالات الطوارئ في الساحات وحول الجمرات في المستويات الخمس للجمرات، هذا بالإضافة إلى انه تتوفر في أبراج الطوارئ مساحات للجهات المشغلة للجمرات.

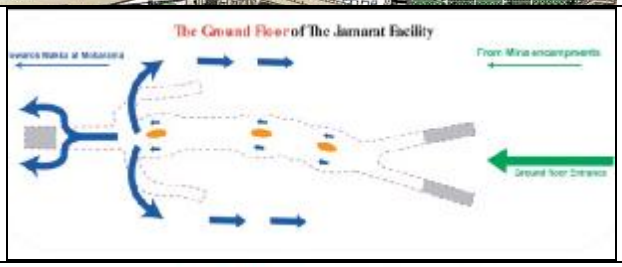
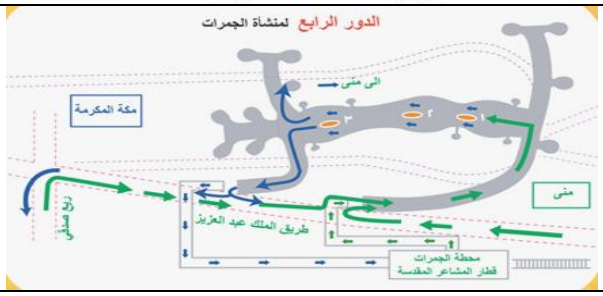
كما تم تجهيز المواقع بجزر للخدمات يتحكم فيها رجال الأمن تستخدم لأغراض مختلفة، ومواقع تمركز لطاقم الطوارئ وقوى الأمن أو تستخدم لتخزين الأمتعة المصادرة...الخ، وأهم أهداف هذه الجزر تأمين فصل مسارات الحجاج في المناطق الحرجة في الساحات واستخدامها للتشغيل في الحالات الضرورية ولتخفيف الضغط في حالات الازدحام عند الجمرات. كما تم تخصيص مراكز صحية بأبراج الخدمات والطوارئ في مختلف مستويات منشأة الجمرات الحديثة ومواقع لوحدات الإسعاف والإنقاذ بأنحاء الساحات وحول الجمرات بحيث لا يلزم أن ينتقل المصاب أو المريض لمسافة تزيد عن 250م دون اللجوء إلى نقل المصابين أو المرضى لمسافات بعيدة.

أما بالنسبة إلى ممرات الطوارئ والإنقاذ فقد تم تجهيز كافة الأنفاق تحت الساحة والدور السفلي لمنشأة الجمرات للاستعمال من قبل الجهات المشغلة للحج ويمكن الوصول إليها عن طريق المنحدرات الداخلة إلى الأنفاق أو عن طريق الأبراج حول المنشأة. وتستطيع عربات الإسعاف و وحدات العناية المركزة والأمن العام أن تعبر من غرب الساحة إلى شرقها باستخدام الأنفاق للوصول إلى المستشفيات ومن خلال أبراج الطوارئ في المنشأة التي سيكون بها مصاعد لسيارات الإسعاف ومهابط الطائرات العمودية 7/ و10/، كما سيستخدم النفق والقبو أيضاً كمواقف لمركبات الطوارئ المختلفة وكمسار خاص للمواكب الرسمية وذوي الاحتياجات الخاصة.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

4-3 تخصيص مستويات منشأة الجمرات لجهات القدوم

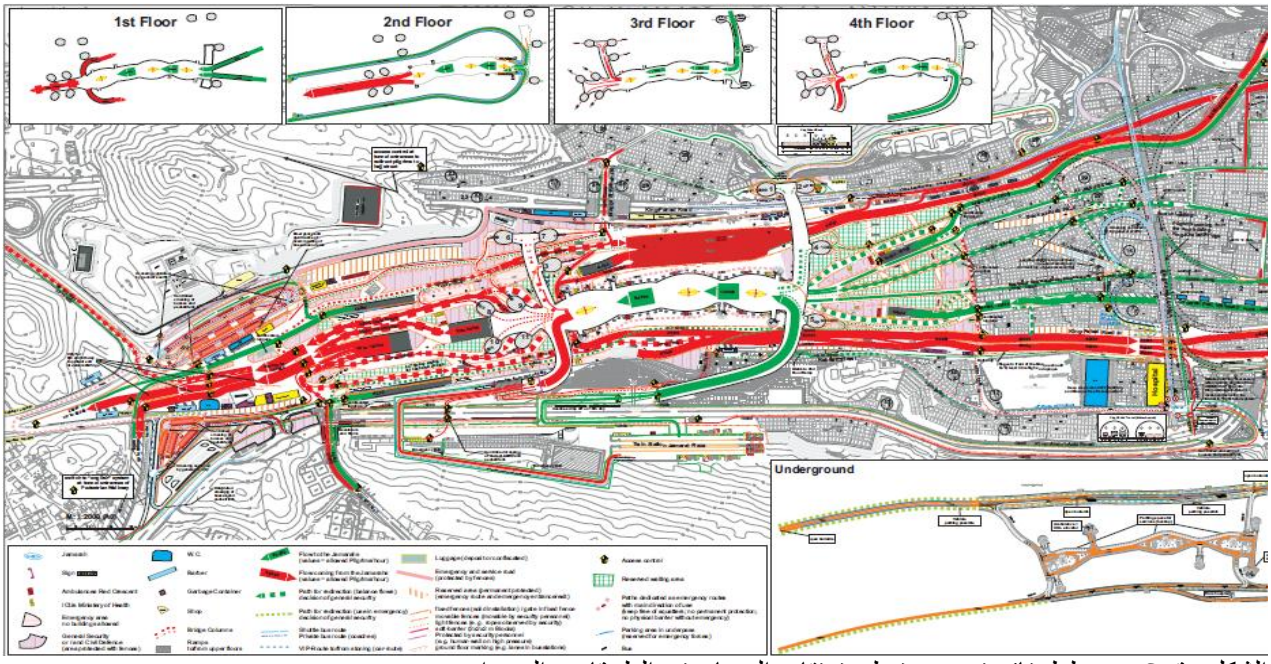
تخدم مختلف مستويات منشأة الجمرات الحجاج القادمين للرجم على النحو التالي /1/

الدور	الوظيفة	الشكل
الدور السفلي (القبو)	يستخدم من قبل الجهات المشغلة ويمكن الوصول إليه عبر الأنفاق الواقعة شمال وجنوب الجمرات أو عن طريق الأبراج حول المنشأة. وكذلك للمواكب الرسمية بمسار خاص معزول عن حركة المشاة العامة.	
الدور الارضي	يخدم الحجاج القادمين من جهة الشرق من مخيمات منى عبر شارع الجوهرة وشارع سوق العرب والشارع الجديد. ويعود الحجاج إلى مكان قدومهم عبر المسارات في شمال وجنوب الجمرات أو يتابعوا سيرهم باتجاه مكة المكرمة.	
الدور الأول	يخدم القادمين عبر طريق المشاة الجنوبي المظلل والقادمين من طريق المشاة من الشعيبين والمعيصم ويعودوا إلى المخيمات جنوب وشمال ساحة الجمرات أو باتجاه جهة الغرب باتجاه مكة المكرمة.	
الدور الثاني	يخدم القادمين من الغرب من مكة المكرمة والششه والعدل وأيضا للقادمين بحافلات النقل العام من المحطة الشمالية الغربية الجمرات، وكذلك القادمين من شارع ريع صدقي من العزيزية ومحطة صدقي للنقل العام.	
الدور الثالث	يخدم مستخدميه عبر المنحدرات شمال طريق الملك فهد ومنطقة مجر الكبش. وكذلك عبر مباني السلالم التي تقع شمال طريق الملك فهد والساحة الشرقية للجمرات. ويتم الخروج من الدور الثالث عن طريق سبعة مباني إلى الدور الأرضي باتجاه مكة أو مخيمات منى.	
الدور الرابع	يخدم الحجاج القادمين من جنوب المشعر أي من ربوة الحضارم وطريق الملك عبد العزيز العلوي والحجاج القادمين عبر شارع ريع صدقي وأيضاً للحجاج القادمين بواسطة قطار المشاعر المقدسة الخط الجنوبي من جهة مزدلفة وجنوب منى .	

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

5-3 حركة المشاة في منطقة الجمرات

يعتمد التخطيط لتدفق الحجاج في ساحات الجمرات على المبدأ الأساسي وهو الطاقة الاستيعابية للرجم حيث يتم تنظيم تدفق الحجاج المتجهين إلى الرجم خلال أوقات الذروة /5 و23/، بطريقة يتم فيها استقبال (330000 حاج/ساعة) تتوزع على مختلف مستويات الجمرات الخمس بنسب ملائمة (جدول 2). وبهذا يجب أن يغطي تصميم المسارات الحدود القصوى لقيم التدفقات المتوقعة. ويوضح الشكل رقم 6 مخطط نتائج توزيع وتنظيم تدفقات الحجاج وقد وضع كل مسار في الشكل بحيث يتناسب عرضه مع كميات تدفقات الحجاج في الساعة لكل متر من المسار وفي الشكل رقم 7 نتائج هذا التصميم. وتزيد مجموع التدفقات الخارجة من الساحات بنسبة (40% كعامل أمان) عن مجموع التدفقات الداخلة للساحات على أساس أن قسماً من الحجاج سوف تكون له وجهه أخرى غير العودة إلى المخيمات كأن يذهب للطواف والسعي أو أداء شعيرة الأضحية والهدي .



الشكل رقم 6: مخطط نتائج توزيع وتنظيم تدفقات الحجاج في الطرقات والجمرات

تستدعي الضرورة المطلقة الى التحكم بعدد الحجاج الداخلين إلى ساحات الجمرات من مختلف الجهات بحيث لا تتجاوز الطاقة الاستيعابية للطرقات المؤدية من والى الجمرات. ويعد الهدف الرئيسي لعملية التحكم هو توزيع الكتل البشرية على الشوارع بحيث تتوازن الكثافات في الطرقات ضمن الحدود المقبولة وبحيث لا يكون هناك ازدحام شديد في منطقة محصورة (عنق زجاجة)، ولتحقيق ذلك يمكن تحويل تدفق الحجاج في أحد الطرقات من خلال الشوارع العرضية بوسط مشعر منى إلى أحد الشوارع غير المكتظة بالمشاة، وتتطلب هذه العملية تنسيقاً بين المشغلين من خلال مراقبة الحركة بكامل المشعر منى وتقدير الحالة واتخاذ القرار في إجراءات التحويلات والتحكم التتابعية /7/.

وفي حالة حدوث اختناق عند الجمرات يجب أن يوقف تدفق الحجاج في أماكن بعيدة قبل الساحات أوتقليص عرض الطرقات، وإذا كانت الحشود قد عبرت مداخل الساحات فيمكن استخدام المساحات المخصصة لتجميع الحجاج فيها ويجب هنا تنظيم هذه الجزر والممرات بحيث لا تزيد كثافة الحجاج فيها بحد أقصى عن (3-4 حاج/م2)، وذلك لمنع حدوث الموجات الضاغطة داخل الحشود. وهذا يتطلب مراقبة الحشود والتحكم في الازدحام وحجم تدفق الحجاج والكثافة اتخاذ الإجراءات اللازمة من قبل الجهات المشغلة.

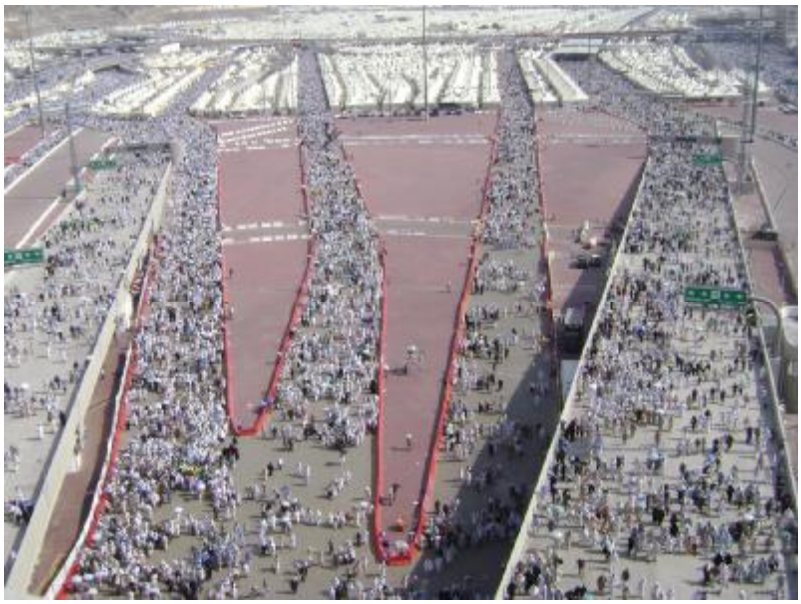
6-3 النقل الترددي بالقطار وبالحافلات لتغذية مستويات الجمرات

تم تخصيص ثلاث خطوط للنقل الترددي بحافلات النقل الجماعي لنقل الحجاج إلى الجمرات ومنها الخط الترددي الأول لنقل الحجاج من منطقة المعيصم عبر طريق الملك خالد إلى من محطة الحافلات بساحة الجمرات الشمالية الغربية وبالعكس. والخط الترددي الثاني فهو من العزيزية بمكة المكرمة بالقرب من تقاطع شارع العزيزية العام مع طريق الملك خالد إلى محطة الحافلات بالقرب من منحدر الدور الثاني في الجهة الغربية الشمالية بساحة الجمرات وبالعكس .ويخدم الخط الترددي الثالث الحجاج القاطنين في داخل منى شرقاً بالقرب من وادي محسر ومستشفى الوادي ومن الشعيب الغربي عبر طريق الملك خالد إلى مداخل الدور الثالث للجمرات وبالعكس عبر محطة الساحة الشمالية الغربية للجمرات.

ويخدم قطار المشاعر المقدسة الحجاج التي تقع مخيماتهم على أطراف مسار القطار في جنوب مشعر منى ومن مشعر مزدلفة إلى الجمرات وبالعكس. وقد تم استخدام القطار بنجاح في موسم حج 1431هـ كتشغيل تجريبي وبثلث الطاقة الاستيعابية للقطار. وسيتم

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

نقل 72 ألف حاج بالساعة كسعة قصوى في موسم الحج القادم 1432هـ أن شاء الله تعالى بين المشاعر المقدسة. ويبلغ التدفق إلى الدور الربع للجمرات حوالي (27ألف حاج بالساعة).



الشكل 7: تدفقات الحجاج في المسارات لرمي الجمرات – موسم حج 1431هـ

4 التحكم بالازدحام في الحالات الضرورية

يتم من خلال الكاميرات الموزعة على كافة مداخل ومخارج الطرقات المودية إلى الجمرات ومشعر منى والمخارج في الساحة الغربية للجمرات باتجاه مكة المكرمة وإجراء القياسات والتقييمات وتحليل المعادلات بالحاسب الآلي، التي طورت خصيصا لظروف الحج في الجمرات من خلال برنامج علمي بالإدارة المركزية والمشروعات التطورية بالتعاون مع جامعة دريسدن في ألمانيا، ويتم رصد تدفقات الحجاج ومجموع أعدادهم الداخلة والخارجة من الجمرات ومقارنتها بالطاقات الاستيعابية المتوفرة لكامل منطقة الجمرات ولكل دور من المنشأة على حدة، ويتم استحداث الأرقام والمنحنيات كل دقيقة وعرض هذه النتائج على شاشات العرض في غرفة مراقبة وإدارة الحشود بمنشأة الجمرات وحسب الوضع يتم إبلاغ الطاقم المشغل للجمرات أولا بأول بالتطورات الرقمية والميدانية في الجمرات وطرقاتها. وفي حالة ارتفاع الكثافات في الطرقات يتم البلاغ لاستخدام وتطبيق إجراءات الحالة المعنية وتحويل المسارات بما يضمن سلامة الحجاج. أما في حالة تعدي مستوى الطاقة الاستيعابية في احد أدوار الجمرات فيتم أيضا استخدام الحالات الملائمة لتخفيف الضغط على المنطقة المكتظة والمزدحمة. وقد تم تطبيق هذا النظام في الأعوام الخمس الأخيرة بنجاح. كما تم فرض سيناريوهات احتمالات الازدحام والطوارئ في المسارات المؤدية إلى الجمرات أو في مسارات العودة منها (32حالة لمختلف المسارات والمستويات) وتم التدريب عليها واستخدم بعضها بنجاح في مواسم الحج الماضية /7 و23/.

5 الخلاصة

أوضحت الخبرات في مواسم الحج الماضية ضرورة استخدام المنهجية العلمية والخبرات المحلية والعالمية في وضع الخطط والتصميم والإدارة والتنفيذ وكذلك استخدام التقنيات الحديثة (كاميرات الرصد والمراقبة وبرامج الحاسوب) في الرصد والإدارة والتقييم لإيجاد توازن بين إمكانية استيعاب أعداد الحجاج في كافة مرافق الحج (الطاقات الاستيعابية الممكنة مع عامل أمان). و تعتبر منظومة حركة الحشود وإدارة الازدحام في الجمرات ومشعر منى منظومة متكاملة لها عناصر تكمل بعضها البعض ولا يمكن تنفيذها إلا بتنفيذ كافة هذه العناصر ومن أهما تنفيذ وضبط ومراقبة برامج تفويج مجموعات الحجاج لرمي الجمرات، وهي ضرورية جدا لتوزيع الكتل والتدفقات بالتوازن على الطرقات والمسارات ومختلف مستويات منشأة الجمرات دخولا وخروجا. كما انه من الضرورة توفير البنية التحتية الهندسية من مسارات ومساحات لطرقات المشاة لمنظومة الحركة المبنية على قواعد علمية وخبرات عملية وقياسات ميدانية ، وكذلك التحكم بالتدفقات إلى الساحة من منبعها من خلال تقليص عرض الطريق أو وقف الحشد في ساحة أو بأماكن آمنة على سبيل المثال قبل أنفاق المشاة وتوجيه التدفقات في الساحة وضبط الطاقة الاستيعابية للجمرات والطرقات والجمرات والحرم. كما أوضحت أهمية الإنذار المبكر للخطر في الحشد ذو الكثافات العالية واتخاذ الإجراءات اللازمة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

لتوجيه وتحويل التدفقات في الطرقات في حالة الطوارئ حسب المخططات والخطط التي أعدت خصيصا لذلك.وتعتبر منظومة حركة الحشود وإدارة الازدحام في الجمرات ومشعر منى منظومة متكاملة لها عناصر تكمل بعضها البعض ولا يمكن تنفيذها إلا بتكامل هذه العناصر.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

6 المراجع

1. حبيب ين مصطفى زين العابدين: تطوير جسر ومنطقة الجمرات (من الفكرة الأولية.. إلى التصميم الابتدائي .. التقويم والنقد .. إلى المشروع المتكامل)، الأدارة المركزية للمشروعات التطورية – وزارة الشؤون البلدية والقروية –الرياض- مجلة البناء العدد العاشر ذو القعدة 1427هـ
2. Design and Organization of the Jamarat Stoning Process at Hajj 1429H Dirk Serwill & Reiner Vollmer, IVV in co-operation with Salim Al Bosta, MOMRA Eng. Aref Tayara, Dar Al Handasah, Jeddah, Aachen -Riyadh 10. 2008
3. سعد بن عبد الرحمن القاضي و جورج كيث ستيل-جسر الجمرات – المحاكاة بالحاسب الآلي وتحليل سلامة الحجاج- الإدارة المركزية للمشروعات التطورية – وزارة الشؤون البلدية والقروية – الرياض- مارس 2003م
4. أحمد بدوي و محمد رضوى : دراسة منطقة الجمرات : خصائص حركة الراجمين وبناء نموذج محاكاة احتمالي للكفاءة التشغيلية المثلى للمنطقة معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج، 1415 هـ مكة المكرمة – المملكة العربية السعودية.
5. ديرك سيرويل، راينر فلومر، سليم البوسطة و عارف طيارة: تقرير تنظيم وتصميم ساحة الجمرات ومسارات الحجاج فيها والطرق المؤدية إليها لحج 1427هـ - الإدارة المركزية للمشروعات التطورية – وزارة الشؤون البلدية والقروية – الرياض - شوال 1427هـ
6. سليم البوسطة وديرك سيرويل منظومة حركة الحشود في منطقة ومنشأة الجمرات والطرقات المؤدية إليها- - مجلة تقنية البناء –ذو القعدة 1428هـ 2008م الإدارة المركزية للمشروعات التطويرية – وزارة الشؤون البلدية والقروية.
7. الأدارة المركزية للمشروعات التطورية – وزارة الشؤون البلدية والقروية : سجل ورشة العمل : إدارة الحشود والتحكم بالازدحام (تطبيقات في منطقة وجسر الجمرات)، 6-9 محرم 1427هـ الرياض -المملكة العربية السعودية
8. ديرك هاس: جدولة تفويج الحجاج لرمي الجمرات في حج 1427هـ" مجلة تقنية البناء – العدد العاشر ذو القعدة 1427هـ ديسمبر 2006م الإدارة المركزية للمشروعات التطويرية – وزارة الشؤون البلدية والقروية.
9. Helbing, Dirk: Scheduling, Management, and Safety of Human Crowds, Workshop Jeddah, Central Directorate for Development of Projects-Ministry of Municipal and Rural Affairs -Riyadh – Kingdom of Saudi Arabia Jeddah Dec. 4-11, 2005
10. الإدارة المركزية للمشروعات التطورية – وزارة الشؤون البلدية والقروية : سجل ورشة العمل : إدارة الحشود والتحكم بالازدحام في منطقة وجسر الجمرات، ميونخ – المانيا 28جمادي الأولى -2جمادى الاخرة 1427هـ
11. Al-Abideen Habib M. Z., Salim Al Bosta : Critical Crowd Densities, Normal Walking – Crowd Disasters (Presentation), Central Directorate for Development of Projects, Ministry of Municipal and Rural Affairs , Riyadh – Kingdom of Saudi Arabia , Riyadh, September 2006
12. حبيب زين العابدين واندرس جوهانسون وسليم البوسطة وديرك هلبينخ : تقييم سلامة الحشود حول جسر الجمرات من معطيات شرائط تصوير الفيديو: مجلة تقنية البناء – العدد العاشر ذو القعدة 1427هـ ديسمبر 2006م الإدارة المركزية للمشروعات التطويرية – وزارة الشؤون البلدية والقروية.
13. D. Helbing, A. Johansson and H. Z. Al-Abideen (2007) The Dynamics of Crowd Disasters: An Empirical Study. Physical Review E 75, 046109.
14. Al-Abideen, H. Z; Johansson, A., Helbing, D., and Al-Bosta, S. (2008) From crowd dynamics to crowd safety: A video-based analysis, Advances in Complex Systems 11 (4), 497{527.
15. A. Johansson, PHD Thesis, Institute of Transport and Economics, Dresden University of Technology, Germany, 2009
16. U. Weidmann, Transporttechnik der Fußgänger, ETH-Zürich, Schriftenreihe IVT-Berichte 90 _1993_.
17. M. Mori and H. Tsukaguchi, Transp. Res., Part A 21, 223_1987_.
18. J. J. Fruin, Highw. Res. Rec. 355, 1 _1971_.
19. A. Polus, J. L. Schofer, and A. Ushpiz, J. Transp. Eng. 109, 46_1983_.
20. A. Johansson, Constant-net headway as a key mechanism behind pedestrian flow dynamic, Physical review E 80 026120 - 2009
21. Winnie Daamen &Serge P. Hoogendoorn : Experimental Research of Pedestrian Walking Behavior, ransportation and Traffic Engineering Section, Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Delft University of Technology, 2004

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

22 التقرير الفني حول مشروع خادم الحرمين الشريفين لتقويم نواحي الأمن والسلامة بالمسعى والساحات المحيطة بالمسجد الحرام بتاريخ 7-1-1430هـ والمعد من وزارة التعليم العالي - المملكة العربية السعودية.
23 سليم البوسطة، تنظيم تدفقات الحشود والتحكم وبالازدحام في منطقة ومنشأة الجمرات لموسم حج 1430هـ ، وزارة الشؤون البلدية والقروية - الإدارة المركزية للمشروعات التطويرية- الرياض 1430هـ
24 Anders Johansson, Pilgrims Flow in the Jamarat Area, during the Hajj in 1428H, ETH Zurich, Switzerland, Dec. 2008
25 Anders Johanssonand & Salim Al-Bosta: Pilgrim-Flow Measurements in the Jamarat Area during the Hajj in 1431H, Crowd Vision Ltd, London UK , Municipal and Rural Affairs, Riyadh, Kingdom of Saudi Arabia
26 Sonic Hoi-Yeung Chan and Salim Al-Bosta, Statistics on Pilgrim Flows in Mina/Makkah, during the Hajj 1431H,1 Institute of Transport and Economics, Dresden University of Technology, Germany

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com