تصميم جديد للفرن الفلاحى *

الدكتور أمين على ابراهيم

أستاذ مساعد فى قسم الهندسة الزراعية بجامعة الاسكندرية

---

١ — مقدمة :

تروع مصر فى كل شتاء ببعض الحرائق التى تلتهم قرى بأكملها وتشرد أهلها وتسبب خسائر فادحة فى الأموال، وقد تصل هذه الخسارة إلى فقد بعض الأنفس وقتل الماشية والحيوانات المملوكة لأهل القرية .

ونسبة عالية من هذه الحرائق سببها الفرن والكانون ، لذلك رأت الهيئة المصرية الأمريكية لإصلاح الريف وهى على وشك إنشاء عدة قرى فى منطقة أبيس بالقرب من الأسكندرية أن تقوم ببعض التجارب لتتفادى الأخطاء والأخطار المسببة من اخطاء تصميم الفرن — فكلنا يعرف أن الذى يقوم ببناء هذه الأفران هو بناء القرية الذى لايراعى أثناء الإنشاء أى شرط من الشروط الواجب اتباعها فى أى موقد من الناحية الهندسية والصحية ، بل كل همه الاقتصاد فى تكلفة الإنشاء على حساب صحة أهل البيت .

فأكثر مايؤلم المرأة الريفية ذلك الدخان الكثيف واللهب الذى يخرج من فتحة الفرن ، وذلك الهباب المتكاثف على الحوائط فى كل من أركان المنزل ، أما الاقتصاد فى حطب الحريق فهو ما لا يخطر لها أو للبناء على بال ، فكلما أرادت نارا زادت فى وضع الحطب فتلتهمه النار فى ثوان قليلة وتتكرر هذه العملية عدة مرات متوالية وبذلك تفقد كمية كبيرة من الحطب المستعمل كوقود ، ولهذا فإن البحث هنا تناول النقط الآتية :

(*) نقلا عن مجلة البحوث الزراعية التى تصدرها كلية الزراعة بجامعة الاسكندرية العدد الثانى (يوليو سنة ١٩٥٤) .

١ — التقليل من الدخان المتصاعد من باب الفرن إلى داخل المنزل والحرارة المنبعثة فى وجه المرأة الريفية وذلك بعمل باب ومدخنة للفرن ، فالباب يمنع تسرب الحرارة إلى الخارج والمدخنة هى طريق وصول الدخان إلى خارج المنزل وبذلك تضمن نظافة المنزل من الداخل .

٢ — دراسة المدخنة بحيث يكون الفرن اقتصـــاديا فى حرق الحطب علاوة على منع الشرر من مغادرة المدخنة حتى لا يسبب حرائق .

٣ — الوصول إلى درجات حرارة أعلى داخل الفرن بكمية أقل من الوقود ، وذلك بالتحكم بواسطة الصمام الموجود بالمدخنة Damper والباب الصاج ، وبهذا يمكن التوفير فى ثمن الوقود المستعمل .

٤ — بناء الفرن من نفس المواد المستعملة الآن ، وأقرب ما يمكن إلى الشكل الحالى أى أن سقفه هو قبة مبنية من الطوب النيء أو الأحمر .

٥ — ليس فى الفرن من جديد سوى إضافة الباب الصاج وصمام التحكم مع المدخنة وما يتبعها من جهاز لمنع الشرر ، وكلاهما بسيط فى التركيب والاستعمال للمرأة الريفية ولا يزيد كثيراً فى تكاليف إنشاء الفرن مع مراعاة قواعد الانشاء الهندسية المتبعة فى المواقد .

وبناء هذا الفرن بهذه الطريقة سيؤدى حتما إلى تجميل منظر منزل الفلاح من الداخل خلاف تحسين البيئة الصحية لانعدام الدخان أثناء استعمال الفرن والتقليل من حوادث الحريق .

وتقضى الريفية الكثير من وقتها أمام هذا الفرن ، فهي إما تقوم بخبز العيش أو طبخ بعض أنواع الأطعمة أو الفطائر المنتشرة فى أنحاء الريف — خلاف استغلال الفرن أحياناً فى التدفئة وتجفيف الحبوب قبل طحنها .

لهذا وجب أن نهيء لها غرفة الفرن بحيث تكون محببة لها بدلا من تلك الموجودة الآن والتى يكاد الدخان يخنق من فيها أثناء عملية الخبز ؟ خلاف الأضرار الناتجة منه للأعين والأنف والرئتين .

ولاعجب إن قلنا إن الفرن القديم له تأثير نفسانى على المرأة الريفية فان الاجتهاد والضيق الناتجين من استنشاق الدخان والجلوس أمام الحرارة المنبعثة من باب الفرن والحر المقبض المحيط بها كثيراً مايؤدى إلى بعض المشاجرات .

٢ — الحطب المستعمل كوقود :

والوقود الذى يستعمله الفلاح هو حطب القطن وعيدان الذرة الشامية والجلة المستخرجة من روث البهائم . ونظرة واحدة إلى الجدول المرفق (أخذ هذا الجدول من وزارة التجارة والصناعة) توضح المبالغ والكميات الطائلة التى تستعمل فى إشعال هذه الافران والمواقد :

الزراعة	عدد الأفدنة المنزرعة ١٩٥٢	نوع التخلف	مقدار التخلف من الفدان بالطن	مقدار التخلف سنويا بالطن	سعر التخلفات جنيه / طن	المبلغ
قطن	١,٩٦٧,٠٠٠	حطب	١,-	١,٩٦٧,٠٠٠	١,٢	٢,٣٦٠,٤٠٠
أذرة رفيعة	٤٣٢,٠٠٠	قش	١,٥	٦٤٨,٠٠٠	١,٠٨	٦٩٩,٨٤٠
أذرة شامى	١,٧٠٤,٠٠٠	قش	١,٤٠	٢,٣٨٥,٦٠٠	١,-	٢,٣٨٥,٦٠٠
				٥,٠٠٠,٦٠٠		٥,٤٤٥,٨٤٠

وبذلك يستهلك القطر المصرى من الوقود الناتج من الحطب والقش ماقيمته خمسة ملايين من الاطنان ثمنها نحو خمسة ملايين الجنيهات سنويا خلاف الخشب أو الجلة التى يمكن استخدامها كسماد . فاى نسبة إذن يمكن توفيرها نتيجة لتحسين الفرن ستؤدى حتما إلى توفير مبالغ كبيرة خلاف ان هذه المواد المتوفرة يمكن استخدامها فى بعض الصناعات المنتظر قيامها فى البلد ، كصناعة الورق وعمل مواد جديدة للبناء .

٣ — تصميم الفرن والتجارب عليه :

لايختلف الفرن الجديد عن الفرن الفلاحى العادى فى المنظر سوى أن الفرن الجديد به مدخنة ذات صمام للتحكم فى تيار الهواء داخلها والباب الحديد ، وله جهاز مانع الشرر أما الاختلافات الرئيسية الأخرى فهى فى التصميم الداخلى لكى يستكمل شروط المواقد الحديثة .

فرن التجربة :

طول الفرن من الداخل ١,٢٠ سم وعرضه ثمانين سنتيمترا به لوح صاج على ارتفاع ٤٠ سم من الأرضية وقطعة الصاج طولها ٩٥ سم وعرضها ٨٠ وبذلك تترك فتحة للنار عرضها ٢٥ سم وسقف الفرن مبنى على هيئة عقود دائرية نصف قطرها ٤٠ سم وبذلك يرتفع السقف عن لوح الصاج أو البلاطة بمقدار ٤٠ سم وفى أحد الأركان تبدأ فتحة عنق المدخنة التى عملت أولا بمقياس ٢٠ × ٢٠ ثم ١٥ × ٢٠ سم ثم ١٥ × ١٥ لاختبار أنسب الفتحات لإحداث أحسن تيار لسحب الدخان ، فالمعروف أن المدخنة المتسعة قد لايحدث عنها تيار كاف خصوصاً إذا كان ارتفاع المدخنة بسيطا كما أن اتساع المدخنة يؤثر فى درجة حرارة الغاز الخارج فتخفضه وبالتالى تؤثر فى قدرة المدخنة على السحب وأحيانا يساعد اتساع المدخنة على إحداث تيارات عكسية .

ولقد اقيم الحائط المواجه لفتحة النار الداخلية مائلا ، وبذلك يساعد على طرد الدخان إلى فتحة المدخنة فضلا عن أنها تساعد على إشعاع الحرارة داخل الفرن .

ثم عمل اتساع مفاجىء بعد فتحة عنق المدخنة مباشرة ، وبذلك تهبط سرعة الدخان فجأة فترسب الجزئيات المشتعلة من الهباب والتى قد يحدث منها شرر يؤدى إلى الحرائق : فالمعروف أن قدرة التيار على حمل المواد تتناسب مع سرعة التيار مرفوعة للأس السادس فإذا خفضنا هذه السرعة فجأة إلى النصف مثلا فإن القدرة على حمل المواد تقل إلى $\frac{1}{٤٦}$ مرة على القدرة الأولى .

هـذا وقد أقيم الحائط على شكل رف وبذلك يتراكم عليها الهباب المتراسب ويمكن تنظيفه بواسطة باب عمل خصيصاً لذلك .

وفى جميع المواقد الحديثة يتحتم ألا تبنى المدخنة على خط مستقيم واحد ، لهذا فإن المدخنة تأخذ مدخلا مائلا بعد خروجها من فتحة الفرن إلى أن تصل بعد ذلك إلى نقطة تبدأ بعدها رأسية إلى أعلى، ولهذه الطريقة فائدة كبيرة فى ترسيب الجزئيات المحملة مع الدخان خلاف أن المطر والهباب لا يتساقطان داخل الفرن .

وقدرة سحب الغاز فى المدخنة تعتمد على الفرق بين درجة حرارة الهواء الخارجى ودرجة حرارة الغازات المتصاعدة كما أنها تعتمد على ارتفاع المدخنة وقطرها ، وموقع هـذه المدخنة بالنسبة إلى الأجسام المرتفعة القريبة منها ، ودرجة مقاومة السطح الداخلى لمرور الغاز .

أما حجم ذرات الهباب المتطاير فى المدخنة فتعتمد على سرعة الغاز الخارجة ونوع الحماة وسعتها ، ونوع الوقود المحترق ، ووجود سراديب لتغيير سرعة الغاز وكذلك وجود صمام للتحكم فى هذه السرعة .

التجـــارب

١ ـــ القـاع :

ولعمل التجارب لمدى تأثير شكل القاع على درجات الحرارة فى الفرن عمل القاع من لوح من الصاج وعملت فتحة جانبية يمكن الوصول منها إلى طرف اللوح الموجود ، تحت فتحة النار المسماة بالشاروقة ، ثم أشعلت النار وبدأ فى خبز العيش .

وقد لوحظ عند ما كان القاع مستوياً أنه من الصعب أن يأخذ وجه العيش اللون الأحمر نتيجة إلى قلة الإشعاع من السقف ،

وعنـد ما عدل القاع وعمل مائلا بحيث يسير على بعد ٢٨ سم من البلاطة عند الشاروقة وجد أن هناك تحسناً ظاهراً فى نقطتين :

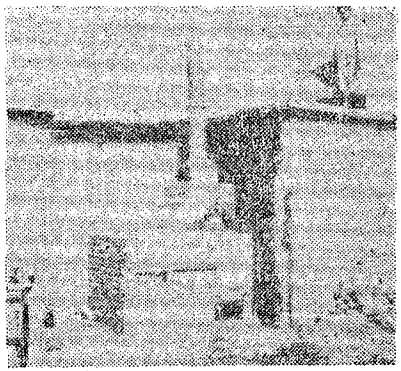
١ — إن احمرار العيش والمأكولات صار سريعاً .

٢ — إن سحب النار داخل الفرن قد تحسن، وتعليل ذلك أن شكل القاع اتخذ شكل أنبوبة الفنشورى فازداد السحب عند الشاروقة نتيجة لازدياد سرعة التيار .

٢ — المدخنة وعنق المدخنة :

ولقد أجريت التجارب على ثلاثة أنواع من المداخن طولها جميعا ١,٨٠ متر وترتفع عن سطح المنزل بحوالى ١,٢٠ متر، وهذه المداخن هى :

(ا) مدخنة صاج مقاس ٢٠ × ٣٠ بعنق المدخنة ٢٠ × ٣٠ ، ٢٠ × ١٥ ، و١٥ × ١٥ سم (أنظر الشكل رقم ١) .



الشكل رقم ١ — مدخنة صاج ٢٠ × ٣٠

الشكل رقم ٢ — مدخنة بخار ١٥ سم

(ب) مدخنة بخار مستديرة بقطر ٢٠ سم (٨ بوصات) بعنق ١٥ × ١٥ سم .

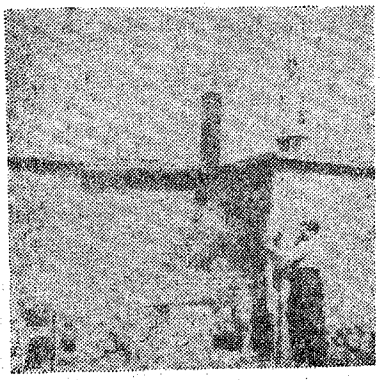
(حـ) مدخنة بخار مستديرة بقطر ١٥ سم (٦ بوصات) بعنق ١٥ × ١٥ سم .

كما أنه أخذت تجارب أخرى على تأثير سعة فتحة صمام التحكم إحداها عندما كان الصمام مفتوحاً فتحاً تاماً والثانية حينما كان مفتوحا نصف فتحة .

هذا وعملت تجارب على الفرن العادى بدون صاج ومدخنة للمقارنة .

وفى جميع هـذه التجارب أخذت قراءات درجات الحرارة بواسطة البيرومتر

مع استعمال ثرموكبل Thermo Couple خاص طوله ٨٠ سم وصار تدريجه وضبطه بالمعمل . وعملت تجارب لمعرفة مدى تأثير قطر المدخنة وفتحة العنق على الوصول إلى درجات حرارة مرتفعة والاحتفاظ بهذه الحرارة لمدة أطول فكانت تشعل النار حتى تصل درجة الحرارة إلى أقصاها (حوالى ٧٠٠° مئوية) ثم يقفل الباب ويترك الصمام مفتوحا فتحا كاملا أو نصف فتحة وتقرأ درجات الحرارة فى فترات متقاربة (كل ١٥ ثانية) لمدة عشر دقائق ـ ثم رسمت الرسومات البيانيـة لذلك وظهر أن أحسن الأفران هى ذات المدخنة قطر ١٥ سم وعنق المدخنة ١٥ × ١٥ سم وصمام التحكم فى النصف فلقد كان هبوط الحرارة تدريجيا واحتفظت الفرن بعـــد عشر دقائق بأعلى درجة للحرارة (انظر الرسم) وبالطبع يمكن التحكم أكثر من ذلك فى فقد الحرارة باقفال صمام التحكم إلى أضيق فتحة ممكنة للاحتفاظ بالنار دون إطفائها .



الشكل رقم ٣ ـ الفرن النهائى

أما الفرن العادية الخالية من المدخنة والباب فقد لوحظ أنه يمكن توصيل درجة حرارتها إلى نفس درجة الحرارة السابقة ولكن على حساب المرأة الجالسة أمامها فإن الدخان واللهب والإشعاع الشديد كان خارجاً من الباب فى وجهها علاوة على زيادة استهلاك الوقود . كما أن الهبوط فى درجة الحرارة بعـــد الانقطاع عن وضع الوقود كان سريعاً .

ونظرة واحدة إلى منحنيات تبريد غازات المدخنة تبين لنا مدى أهمية قطر المدخنة وفتحة العنق (وكذا صمام التحكم) فى المدخنة التى قطرها ٦ بوصات احتفظت الغازات فى نهاية العشر دقائق بدرجة حرارة مرتفعة احتفاظا يدل ـ أولا على أن الفقد من الفرن صغير ، ثانياً على أن تيارات السحب المتوقع حدوثها مطمئنة

إذ أن الأخيرة تعتمد على الفرق بين درجة حرارة الغازات الخارجة ودرجة الحرارة الخارجية .

٢ ــ مانعة الشرر المتطاير :

وقبل البدء فى عمل التجارب لاختيار أحسن التصميمات لمانعة الشرر أخذت عينة من نوع الهباب المتراكم داخل المدخنة فوجد أنه من النوع الدقيق جداً الذى يصعب وزنه ، أما الذرات ذات الوزن الكبير التى يخشى من خروجها مشتعلة فلم أجد لها أثراً ،والظاهر أنها هبطت بمجرد خروجها من العنق إلى الفتحة المتسعة التي تليه ثم رسبت على الرف الذى عمل خصيصاً لذلك .

ثم أخذت كمية من هـذا الهباب ووضعت فى فرن تجفيف تحت درجة حرارة ٢٠٠° مئوية وهى تقارب درجة حرارة الغـــازات الخارجة من الفرن فوجد أن الهبـاب يفقد ١٥ ٪ من وزنه بعد ساعتين وحوالى ٢٠ ٪ من وزنه بعد ٤ ساعات ثم يثبت وزنه ، ومعنى هذا أن هناك احتمالا كبيرا بعد أن يفقد الهباب جزءاً من وزنه أن يشتعل ويتطاير ثانياً مع الغازات الخارجة محدثاً شرراً .

ولقد روقب خروج الشرر مساء من المدخنة فوجد أنه من النوع الصغير جداً الذى يرتفع قليلا فى الهواء ثم يتلاشى قبل سقوطه .

ولما كان من عادة الفلاحين وضع قش فوق الأسطح وجب عمل مانعة للشرر حتى يزول خطر حدوث حرائق من المداخن .

وقد عملت عدة نماذج لمانعة الشرر وصارت تجربتها ومنها الاثنتان الموجودتان بالرسم . (أنظر الصفحة رقم ٣٨٤)

مانعة الشرر (١) :

تتسع المدخنة فجأة من ماسورة مستديرة قطرها ١٥ سم إلى مربع طول ضلعه ٣٠ سم، وبارتفاع ٣٠ سم وفى وسط هذا الفراغ وفوق المدخنة مباشرة وعلى ارتفاع ١٥ سم لوح مربع من النحاس ضلعه ١٥ سم ومثبت بواسطة حوامل ثم ترتفع المدخنة بعد ذلك ١٥ سم أخرى على أن تضيق فتحتها إلى مربع ضلعه ١٥ سم، والفكرة فى هـذه المانعة أن الغازات الخارجة تهبط سرعتها فجأة فترسب بعض الشرارات ، والمتبقى منها يصطدم باللوح الموجود فوق المدخنة مباشرة فيؤدى ذلك

إلى تلاشى بعض الشرارات أما المتبقى فيضطر إلى أخذ طريق جانبى ، وعند الارتفاع يصطدم مرة ثانية بحوائط السقف .

ولقد نجحت هذه المانعة نجاحاً كبيراً إذ لم تخرج سوى شرارة واحدة صغيرة مالبثت أن تلاشت بمجرد خروجها .

مانعة الشرر (ب) :

كان نجاحها فى الترتيب هو الثانى وان كانت أبسط من الأولى فى الإنشاء ولاتحتاج إلى اللوح المعدنى، وفكرتها ان المدخنة تتحول من قطر ١٥ سم إلى مدخنة مربعة ضلعها ٢٠ سم وسقفها مقفل ببلاطة ولكن فى جوانبها فتحة مقدارها ٦ × ١٥ سم ولقد خرج الشرر من هذه المانعة ولكن تلاشى جميعه بعد الخروج مباشرة .

٤ — الوقود :

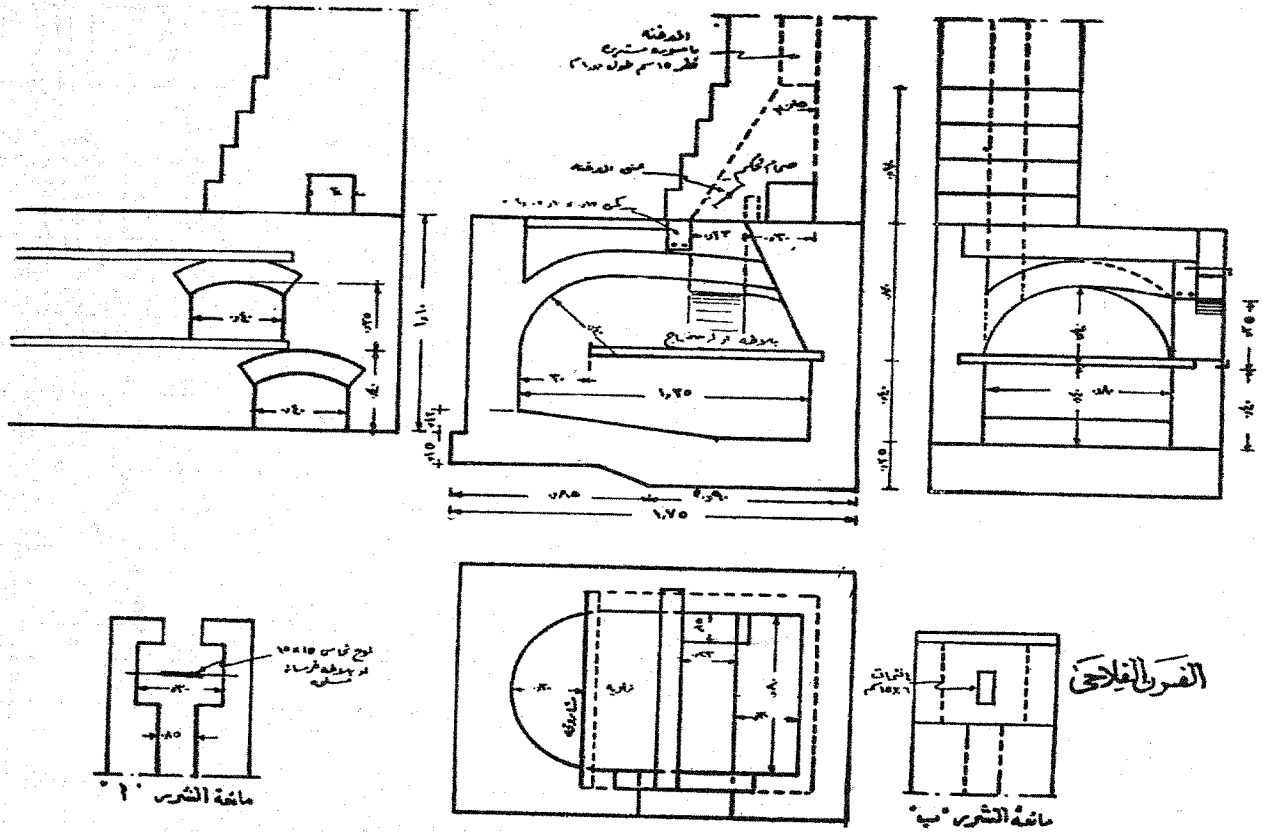
ولمعرفة الوقود المستهلك خبزت كميتان متساويتان من الدقيق (٥ أقات لكل) إحداهما فى الفرن الذى بدون مدخنة والثانية بالفرن بعد وضع المدخنة واستخدم الباب وصمام التحكم فوجد أنه يلزم فى الحالة الأولى استخدام ١٥ كيلوجراما من حطب القطن بينما فى الحالة الثانية لم يستخدم سوى ١٢ كيلوجراما وبذلك يكون هناك اقتصاد فى الوقود قدره ٢٠ ٪ .

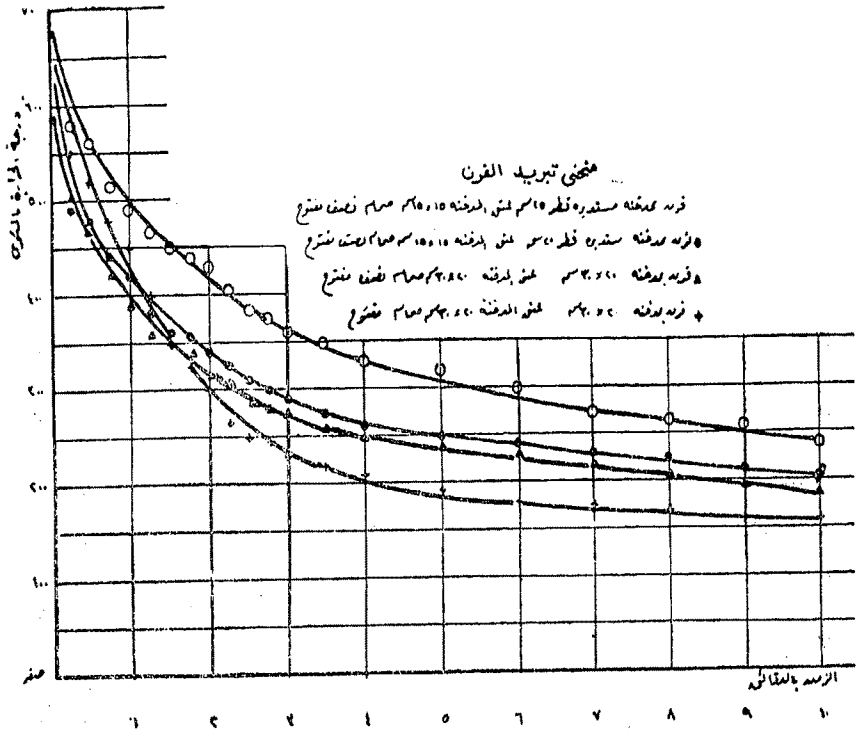
٥ — وبناء على التجارب التى أجريت على الفرن الأول صار بناء فرن آخر من الطوب النىء حسب الرسم المنشور فى الصفحة التالية وفيه بعض التعديلات .

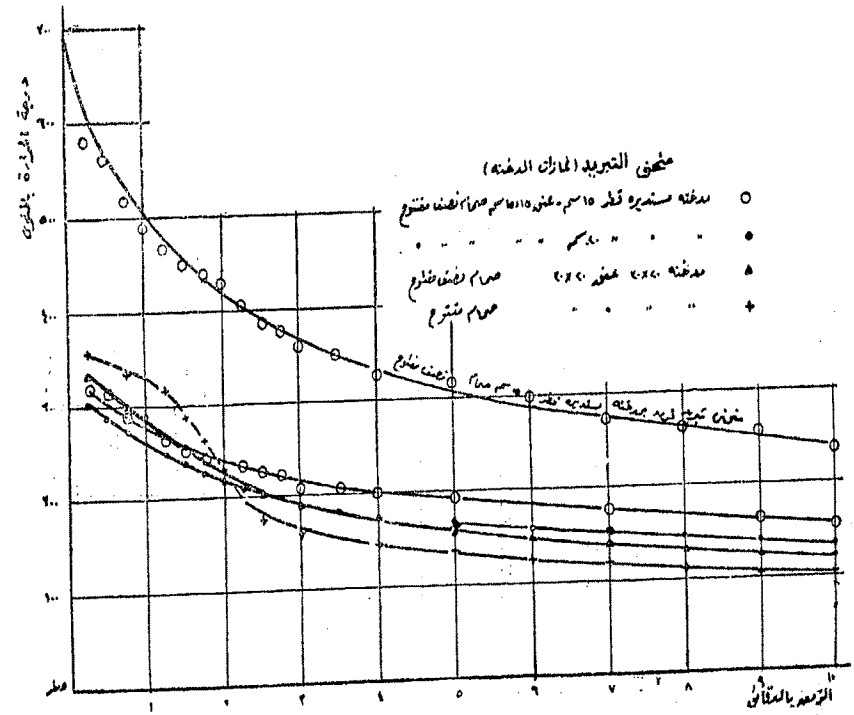
فمثلا صار تغيير اللوح الصاج بآخر مصنوع من الطين كما هو متبع فى كثير من قرى الريف، ولهذا فائدتان :الأولى أن لوح الصاج غالى الثمن إذا قورن بالمصنوع من الطين، وثانياً أن ارتفاع درجة حرارة اللوح الصاج يؤدى دائماً إلى حرق العيش فى مواضع كثيرة .

أما التغيير الثانى فكان فى اتساع الشاروقة ، فقد عملت باتساع ٣٠ سم بدلا من ٢٥ سم وبذلك سهل رمى الحطب فيها .

والتغيير الثالث فى ارتفاع باب الفرن فقد عمل باتساع ٢٥ سم بدلا من ٤٠ سم لأن ارتفاع العقد ٤٠ سم ،ووجود الباب بهذا الارتفاع كان يؤدى إلى خروج النار منه.


الدفعة
بالسوبة ستروب
قطر ١٥سم طول ١٫٢٠م
بلوطة أو أسفلت
١٫٢٥
١٫٧٥
الفرن الفلاحي
فتحات
ماشة الشرر "ب"
ماشة الشرر "أ"


منحنى تبريد الفرن
الزمن بالدقائق


منحنى التبريد (لمارات الدهنه)
الزمن بالدقائق