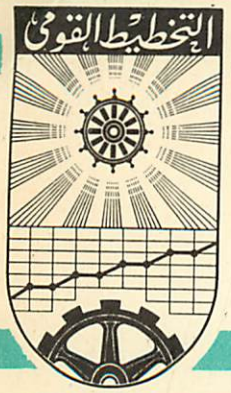
الجمهورية العربية المتحدة



معهد التخطيط القومى

مذكرة رقم ٦٨٤

ضبط جودة الانتاج
فى صناعة تكرير البترول

دكتور أحمد سرور محمد

أغسطس سنة ١٩٦٦

القاهرة

٣ شارع محمد مظهر - بالزمالك

فهـــــــرس

صفحـــة

١ ــ ضبط مستوى جودة الانتاج ١

٢ ــ ضبط جودة الانتاج احصائيا ٥

٣ ــ بعض مشاكل ضبط جودة الانتاج للمنتجات البترولية ٠ ٢٠

٤ ــ تحديد الحجم الأمثل للعينات اليومية فى الصناعة البترولية ٠ ٢١

٥ ــ التحليل الاحصائى للعوامل المؤثـرة على سيولة المازوت ٠ ٢٨

٦ ــ اعداد خريطة المراقبة الاحصائية لسيولة المازوت ٠ ٤١

مقدمـــــة

(١) ضبط مستوى جودة الانتـاج

تعنى كلمة الجودة فى عرف كثير من الناس الجودة المرتفعة ، الا أن المفروض أن مستوى الجـودة الذى يتطلبه المستهلك فى سلعة ما هو أعلى مستوى جودة ممكن ، فى حدود الثمن المطلوب لامتـلاك أو استعمال هذه السلعة . فقد قلنا من قبل أن من سياسة بعض المنشآت انتاج سلع ذات مستوى جودة منخفض ويقبل الناس على شرائها ـ راضين ـ لأنها تباع بأسعار رخيصة .

وفى نظر المنتج ، مستوى الجودة المطلوب ، هو أعلى مستوى جودة ممكن فى حدود الثمن المحدد للسلعة . ليس معنى ذلك أنه يعارض فى رفع مستوى الجودة ، ولكن لأن رفع مستوى الجودة ، يكلـف المستهلك اكثر ولو أن السلع يرتفع مستوى جودتها بعض الوقت ، بسبب اختراع طرق جديدة للصنـع أو اجادة الطرق القديمة . كما أن المنافسين يحسنون فى سلعهم باستمرار ولو تخلف أحد المنتجين فـى هذا السباق لفقد نصيبه فى السوق . وقد تحدثنا من قبل عن أن مستوى الجودة فى أجزاء السلعـة يجب أن يكون متوازنا ، حتى لا تبقى بعض الأجزاء صالحة للاستعمال مدة طويلة ـ مما يكلف أكثـر بالنسبة لهذه الأجزاء ـ بعد انتهاء العمر الاستعمالى للسلعة نفسها . وعادة تتبارى المنشـآت المتنافسة فى رفع مستوى جودة سلعها ، قبل أن تتبارى فى تخفيض أسعار بيع هذه السلع . ولـو أن المستهلك فى غالب الأحيان لا يستطيع التمييز بين مستوى الجودة المتوسط ومستوى الجودة المرتفع .

وعادة يعبر عن مستوى الجودة المطلوب فى صورة مواصفات ومستويات توضع فى لغة يستطيـع المنفذون أن يفهموها .

الفحص وعلاقته بضبط مستوى جودة الانتاج

ان الفحص هو ذلك الجزء من ضبط مستوى جودة الانتاج ، الذى يضمن استمرار الحصول علـى نفس مستوى الجودة فى الانتاج باستمرار . فبعد تحديد مستويات جودة الانتاج فى صورة مواصفـات ومعايير لا بد من توافرها فى المنتج ، يصبح الهدف من عملية الفحص مقارنة مستويات التنفيذ بتلـك المستويات الموضوعة فى التخطيط .

أغراض الفحـــص :

قد يظن البعض أن الغرض من الفحص فرز الوحدات الى مقبولة ومرفوضة حسب توافر مستـــويات الجودة المطلوبة ، أو عدم توافرها . ولكن هذا الرأى خاطئ ، اذ أن الغرض الأول من الفحص ، يجب أن يكون الوقاية لا العلاج اذ المفروض أن يحاول معرفة سبب انخفاض مستوى الجودة ومرحلة الانتـــاج التى يحدث فيها ذلك . فان الفاحص بعد أن يقرر ما اذا كانت الوحدة مقبولة أو مرفوضة . عليه أن يبـ سبب اتخاذه هذا القرار ، ومن تقاريره يمكن للمنشأة أن تتعرف على مواطن الضعف وأسبابها فى عمليـة الانتاج وبمحاولة علاج ذلك تستفيد المنشأة فى المستقبل ، فتقل عدد الوحدات المرفوضة كما أن الفحـص يجب أن يتم فور انتهاء العملية الصناعية ـ لا لأن ذلك سيفيد الوحدات التى أنتجت ـ بل لأن ذلك سيفيد الوحدات التى ستنتج بعد ذلك بعد معالجة أسباب انخفاض مستوى الجودة ـ اذا حدث فـى الوحدات السابقة .

وبالنسبة للآلات الغير متخصصة التى يضبطها العامل ، يجب أن يقوم العامل بوقف الآلة بعـد أن تنتج عددا قليلا من الوحدات ، وألا يستمر فى الانتاج الا اذا تأكد من أن مستوى الجودة فى هـــذه الوحدات مقبول .

كما أن المنشأة تستفيد من تقارير الفحص هذه بمعالجة المشاكل التى يكون السبب فيها خارجـا عن ارادة العمال ورئيسهم . فقد يكون سبب رفض عدد كبير من الوحدات المنتجة ، هو أن مستوى الجودة المطلوب أعلى مما تستطيع المنشأة بامكانياتها العالية أن تنفذه كما قد يكون السبب انخفاض مستوى جودة المواد الخام . أو تقادم الالات المستعملة فى الانتاج ، وفى هذه الحالة تختار المنشأة تكاليف الاستمرار فى رفض عدد من الوحدات المنتجة ، أو شراء آلات جديدة ويفيد الفحص كذلك فى التأكد من أن السلعة ستؤدى الوظيفة المطلوبة منها .

معايـــير الجـــودة :

كما قلنا من قبل يعبر عن مستوى الجودة المطلوب ، فى صورة مواصفات ومعايير تشملها خطة الصنع المرسومة لانتاج السلعة وتكون هذه المواصفات فى صورة مرسومة أو مكتوبة . وتعبر الرسوم عن الشكـــل

والمقاييس الخاصة بالسلعة ، كما تعبر المواصفات المكتوبة عن اللون ودرجة القوة أو الصلابة والمواصفات الكيمائية وما الى ذلك من المواصفات التى لا يمكن التعبير عنها بالرسم . كما تحدد هذه المعايير مدى التجاوز عن هذه المقاييس الذى يمكن التغاضى عنه وفى معظم الصناعات المعدنية والهندسية كصناعة السيارات مثلا يكون هذا التجاوز فى حدود زايد أو ناقص ٠٠٠ رسم عن المقاييس المحددة فى المواصفات .

المسئولية عن ضبط مستوى الجودة :

عادة تحدد الادارة العليا للمنشأة سياسات الجودة والاطار العام لها وتترك تحديد التفاصيل للمستويات الادارية التنفيذية وخصوصا ادارات المبيعات والانتاج والادارة الهندسية . ومن اختصاص الادارة الهندسية تحديد أنواع المواد الخام وطريقة الصنع وكذلك مستويات الجودة كل ذلك آخذة فى الحسبان الموازنة بين مواصفات السلعة المطلوبة ، وتكاليف الانتاج . ومن اختصاص هذه الادارة كذلك تحديد اجراءات الفحص والاختبار التى تكفل التأكد من مطابقة مستويات التنفيذ لمستويات التخطيط . ويقوم قسم الفحص بالتأكد من هذه المطابقة ويرأس الفاحصين شخص مسئول أمام مدير المصنع مباشرة .

وتقع المسئوليات الكبرى بالنسبة لمستويات الجودة على عاتق الأقسام الانتاجية لأنها هى التى تقوم بصنع السلعة . فاذا لم تؤد عملها على الوجه الأكمل فان قسم الفحص لن يستطيع أن يفعل شيئا ، ولا حتى حصر كل الأخطاء والانحرافات وحتى اذا استطاع قسم الفحص كشف هذه الانحرافات فان ذلك لن يجدى شيئا ، ولن يرفع من مستوى جودة الوحدات التى أنتجت فعلا .

الاختبار والفحص :

ان الاختبار نوع من أنواع الفحص يشمل تجربة السلعة أو اجراء اختبارات كيميائية عليها مما قد يؤدى فى بعض الأحيان الى هلاك الوحدات التى تختبر . أما اذا نظر الفاحص الى الوحدة المنتجة بالعين المجردة أو عن طريق جهاز أو مقياس معين ، فان هذا يسمى فحصا وليس اختبارا .

عند مراحل الفحص :

من الممكن فحص السلعة بعد صنعها كما يمكن فحصها خلال مراحل الصنع والهدف المرغوب فيه دائما هو تقليل عدد مرات الفحص بقدر الامكان بشرط ضمان الحصول على مستوى الجودة المطلوب فى

الوحدة المنتجة والعبرة فى هذا بتكاليف الفحص مقارنة بتكاليف عدم الفحص .

عدد الوحدات التى يجب فحصها :

ان عدد الوحدات التى يجب فحصها يحدده كذلك تكاليف فحصها كلها مقارنة بتكاليف فحص بعضها . وتدخل الاحتمالات فى هذا الشأن لأننا اذا اكتفينا بفحص بعض الوحدات المنتجة فان معنى ذلك أخذ عينات ويستعمل الفحص بالعينات بدلا من فحص كل الوحدات فى الظروف الآتية :

١ — عندما تكون تكلفة الفحص الكلى كبيرة وفى نفس الوقت تكون تكلفة مرور احدى الوحدات الرديئة من الفحص، دون أن تكشفها عملية الفحص كبيرة أيضا .

٢ — عندما يكون فحص كل الوحدات غير سهل وخصوصا أن الفحص الكلى لا يضمن الدقة الكاملة فى الفحص .

٣ — عندما يكون اختبار الفحص مهلكا فلا يمكن منطقيا للمصانع الحربية مثلا أن تجرب كل انتاجها من القنابل أو طلقات الرصاص لتتأكد من صلاحيته .

ويجب على أى حال عدم القيام بفحص الوحدات المنتجة كلها الا اذا كان الفحص غير مكلف أو كان من المهم المحافظة على مستوى الجودة المطلوب بالنسبة لكل وحدة منتجة .

(٢) ضبط جودة الانتاج احصائيا

ان بعض الوحدات المنتجة يمكن تقسيمها كميا بعد قياسها (طولا ووزنا أو حجما أو ما الى ذلك) كما ان البعض لا يمكن تقسيمه الا نوعيا (جيد أو ردئ ، أو أبيض أو أحمر ، لامع أو غير لامع ، أو ما الى ذلك) ففى حالة انتاج قضبان حديدية مثلا بطول قدره ١٦ سم زائد أو ناقص ٣ سم ، أى بين ١٣ سم و ١٩ سم ، فان القضبان الحديدية المنتجة يمكن قياسها ويمكن بالتالى الحكم على مدى انحرافها عن هذا المستوى الموضوع بعكس انتاج المصابيح الكهربائية فان هذه المصابيح يمكن توصيلها بتيار كهربائى بعد انتاجها وبالتالى يمكن الحكم عليها بأنها جيدة أو رديئة ،

فمثلا اذا أمكن تقسيم الوحدات كميا فان المعلومات التى نحصل عليها تكون كما فى الجدول التالى :

جدول (١)

١٤ر١	١٣ر١	١٤ر٥	١٥ر١	١٨ر٢
١٢	١٧ر٧	١٤ر٥	١٧	١٣ر١
١٤	١٥ر٧	١٤ر٣	١٥ر٨	١٦
٢٠ر٢	١٥ر٧	١٦ر٦	١٥	١٩ر٥
١٧ر٤	١٥	١٦ر٦	١٦ر٤	١٥ر١
١٥ر٢	١٤	١٦ر٤	١٥ر٥	١٥ر٥
١٥ر٣	١٦ر٤	١٥ر٨	١٢	١٢ر٥
١٦ر٩	١٨ر٥	١٣ر٣	١٧ر١	١٥ر١
١٤ر٥	١٣	١٣ر٢	١٦ر١	١٢ر٥
١٣	١٦ر٢	١٦ر٢	١٤ر٧	١٦

والسؤال هنا هو مدى مطابقة هذه المقاييس لمقاييس التخطيط المفروض الوصول اليها . وكم من هذه الوحدات انحرف عن المستوى المفروض ومقدار هذا الانحراف فى المتوسط .

تحليل هذه البيانـــات :

احدى طرق تحليل هذه البيانات هو ترتيبها تصاعديا أو تنازليا فمثلا لو اخترنا ترتيبها تنازليـــا فانها تصبح كما فى الجدول التالى :

جـــــدول (٢)

٢ر٢٠	٦ر١٦	٨ر١٥	١٥	٣ر١٣
٥ر١٩	٤ر١٩	٨ر١٥	١٥	٢ر١٣
٥ر١٨	٤ر١٦	٧ر١٥	٧ر١٤	١ر١٣
٢ر١٨	٤ر١٦	٧ر١٥	٥ر١٤	١ر١٣
٧ر١٧	٢ر١٦	٥ر١٥	٥ر١٤	١٣
٤ر١٧	٢ر١٦	٥ر١٥	٥ر١٤	١٣
١ر١٧	١ر١٦	٣ر١٥	٣ر١٤	٥ر١٢
١٧	١٦	٢ر١٥	١ر١٤	٥ر١٣
٩ر١٦	١٦	١ر١٥	١٤	١٢
٦ر١٦	٩ر١٥	١ر١٥	١٤	١٢

وبهذه الطريقة يمكننا أن نحكم أن ٢ر٢٠ هى أكبر القيم ، ١٢ هى أصغر واذا كان المستوى الموضوع هو ١٦ ± ٣ كما ذكرنا فان وحدتين انحرفتا عن الحد الأعلى للمستوى الموضوع ، وأربـــــع وحدات انحرفت عن الحد الأدنى للمستوى الموضوع ، أما الاجابة عن مقدار انحراف الوحدات فـــــى المتوسط فانه يحتاج الى تحليل من نوع آخر .

التحليل بعمل توزيع تكرارى :

ويمكن تحليل هذه البيانات بعمل توزيع تكرارى لها ، ومعنى ذلك معرفة عدد المرات التى تكررت فيها قيمة معينة أى مثلا معرفة عدد المرات التى كان طول القضيب الحديدى فيها بين ١٢ ، ٩ ، ١٢ سم وعدد المرات التى كان فيها هذا الطول بين ١٢ ، ٩ ، ١٣ وهكذا يسمى مدى الطول هذا بالفئة وتسمى عدد المرات بالتكرارات

مما ينتج عنه التوزيع التكرارى التالى :

جـــــدول (٣)

مدى الطول (الفئات)(١)	عدد المرات (التكرار)
٢٠ ـ ٩ ، ٢٠ سم (بين ٢٠ ، ٩ ، ٢٠)	١
١٩ ـ ٩ر١٩	١
١٨ ـ ٩ر١٨	٢
١٧ ـ ٩ر١٧	٤
١٦ ـ ٩ر١٦	١١
١٥ ـ ٩ر١٥	١٣
١٤ ـ ٩ر١٤	٨
١٣ ـ ٩ر١٣	٦
١٢ ـ ٩ر١٢	٤
المجمـــــوع	٥٠

(١) جرى العرف ان تكتب هذه الفئات ٢٠ ـ ٢١ ، ١٩ ـ ٢٠ وهكذا على اعتبار أن القيمة الحدية ١٩ ، ٢٠ ... الخ تدخل فى الفئة الأعلى .

والتوزيع التكرارى فى هذه الحالة يبين بوضوح أن وحدتين انحرفتا عن الحد الأعلى للمستوى المفروض وهو ١٩ ، وأربع وحدات انحرفت عن الحد الأدنى وهو ١٣ كما يبين هذا التوزيع كذلك أن أكثر قيمة تكررت هى بين ١٥ ، ٩ ، ١٥ سم (١٣ مرة)

الوسط الحسابى :

الوسط الحسابى (س) لعدة قيم س١ ، س٢ ، س٣ .... س٤ هو مجموع هذه القيم مقسوما على عددها .

$$\text{أى } \bar{س} = \frac{\text{مج س}}{\text{ن}}$$

فمثلا الوسط الحسابى للقيم : ١٦ ، ١٥ ، ١٤ ، ١٥ هو

$$\frac{١٦ + ١٤ + ١٥ + ١٥}{٤} = \frac{٦٠}{٤} = ١٥$$ والوسط الحسابى للقيم اذا وضعت فى صورة توزيع تكرارى يحسب بطريقة تختلف قليلا عن هذه الطريقة ، لقد وجدنا من التوزيع التكرارى أن القضبان التى مدى طولها بين ١٢ ، ٩ ، ١٢ سم مثلا أربعة (أو بمعنى آخر تكرار الفئة ١٢ هو ٤) فلحساب المتوسط الحسابى نفترض أن طول هذه القضبان الحديدية هو ١٢ أى (مركز الفئة أو متوسطها [1]) وللحصول على مجموع القيم فى كل فئة نضرب مركز الفئة × تكرارها ثم نحصل على المجموع الكلى للقيم فى كل التوزيع ، وبقسمة هذا المجموع على عدد القيم نحصل على الوسط الحسابى .

كما يمكن الحصول على الوسط الحسابى بطريقة أسهل وأسرع ، باستخدام وسط فرضى عبارة عن أحد مراكز الفئات ثم نحصل على انحراف كل مركز فئة عن الوسط الفرضى ، ويجمع هذه الانحرافات وقسمتها على عدد القيم واضافة ذلك أو طرحه من الوسط الفرضى نحصل على الوسط الحسابى .

اذا رمزنا الى انحرافات مركز كل فئة عن الوسط الفرضى بالرمز ح فان الوسط الحسابى هو

$\bar{س}$ = الوسط الفرضى زائد أو ناقص (حسب الأحوال) $\frac{\text{مج ح}}{\text{ن}}$ بالنسبة للبيانات غير المبوبة ،

و $\bar{س} = \frac{\text{مج ح ك}}{\text{مج ك}}$ بالنسبة للبيانات الموجودة فى توزيع تكرارى .

---

(١) لنحصل على مركز الفئة أو متوسطها يقسم (بداية الفئة + نهايتها) ÷ ٢

الانحـــراف المعيارى :

لا يكتفى عادة بالوسط الحسابى كمقياس، لأنه قد يكون مضللا أو غير كاف للحكم على بيانات معينة فمثلا الوسط الحسابى للقيم ١٠ ، ٨ ، ١٢ يساوى ١٠ وهو نفسه الوسط للقيم ١٥ ، ١٥ ، صفر ، وللقيم ٢٠ ، ١٠ ، صفر . والمقياس الآخر الذى يستعمل عادة هو الانحراف المعيارى ، وهو مقيـاس يدل على مدى تشتت أو تجمع البيانات حول وسطها الحسابى .

والانحراف المعيارى لمجموعة من القيم س١ ، س٢ ... س ن ، وسطها الحسابى = س هو

$$\frac{(س_1 - \bar{س})^2 + (س_2 - \bar{س})^2 + (س_3 - \bar{س})^2 \cdots + (س_ن - \bar{س})^2}{ن}$$

أو بمعنى آخر اذا كان انحراف كل قيمة عن وسطها الحسابى هو ح ،

فان الانحراف المعيارى = $\sqrt{\frac{مج\ ح^2}{ن}}$ بالنسبة لبيانات غير مبوبة .

$\sqrt{\frac{مج\ ح^2\ ك}{مج\ ك}}$ بالنسبة لبيانات فى توزيع تكرارى

ويمكن حساب الانحراف المعيارى بطريقة أسهل وأسرع عن طريق استعمال وسط حسابى فرضى بدلا من استعمال الوسط الحسابى الحقيقى . وفى هذه الحالة يكون الانحراف المعيارى :

$= \sqrt{\frac{مج\ ح^2}{ن} - \frac{(مج\ ح)^2}{ن}}$ بالنسبة للبيانات غير المبوبة

$= \frac{مج\ ح^2\ ك}{مج\ ك} - \left(\frac{مج\ ح\ ك}{مج\ ك}\right)^2$ بالنسبة للبيانات الموجودة فى توزيع تكرارى .

فاذا كانت القيم هى ١٦ ، ١٥ ، ١٤ ، ١٥ يكون وسطها الحسابى

$= \frac{١٦ + ١٥ + ١٤ + ١٥}{٤} = ١٥$ وانحرافها المعيارى

$$= \sqrt{\frac{(١٦ - ١٥)^{٢} + (١٥ - ١٥)^{٢} + (١٤ - ١٥)^{٢} + (١٥ - ١٥)^{٢}}{٤}}$$

$$= \sqrt{\frac{٢}{٤}} = \sqrt{\frac{١}{٢}} = ٧٠ر \text{ تقريبا}$$

التوزيع الطبيعى (المعتاد) :

يشبه التوزيع الطبيعى شكل الجرس عادة ، ويكون منتظما وله قمة فى الوسط والتوزيع الطبيعى ليس توزيعا واحدا ، ولكنه مجموعة من التوزيعات تتمتع بنفس الخواص ، ولكنها تختلف فى الوسط والانحراف المعيارى ، ولكن المساحة التى تغطيها واحدة . ولجعل هذه التوزيعات تقارن بسهولة فاننا نعبر عن الوسط والانحراف المعيارى لكل منها فى وحدات معيارية وذلك بافتراض أن الوسط الحسابى للتوزيع صفر .

وقياس الانحراف عن ذلك الوسط فى وحدات من الانحراف المعيارى الخاص بالتوزيع . وذلك معناه جعل الوسط الحسابى للتوزيع = صفر والانحراف المعيارى له = ١ وكل انحراف من الوسط الحسابى يعبر عنه فى وحدات من الانحراف المعيارى .

فمثلا اذا كانت هناك قيمة (س) فان انحرافها من الوسط الحسابى

$$= \frac{\text{س} - \text{الوسط الحسابى}}{\text{الانحراف المعيارى}}$$

وجداول التوزيع الطبيعى تعطى المساحة الموجودة تحت التوزيع المعتاد بين الوسط الحسابى وأى قيمة (معبر عنها فى صورة هذه الوحدات المعيارية) . وحيث أن التوزيع منتظم فهذه الجداول تعبر عن نصف التوزيع فقط .

فمثلا فى مصنع للأدوية ينتج أقراصا من دواء معين الوسط الحسابى لها = ٢٤١ر والانحراف المعيارى = ٠٠١ر فللحصول على احتمال أن يكون مقياس القرص بين ٢٤١ر ، ٢٤٢ر . فاننا نعبر عن انحراف ٢٤٢ر عن الوسط (٢٤١ر) فى صورة وحدات من الانحراف المعيارى =

$$\frac{٢٤٢ر - ٢٤١ر}{٠٠١ر} = ١ \text{ وحدة معيارية (انحراف معيارى واحد)} .$$

ونبحث فى الجدول أمام ١ وحدة معيارية فنجد أمامها ٣٤١٣ر (من المساحة الكلية = ١)
ومن هذا يمكننا القول أن احتمال أن يكون مقياس الفرص بين ٢٤١ر ، ٢٤٢ هو ١٣ ر ٣٤٪ —
وهذا معناه أنه اذا استمرت العملية الصناعية بنفس الظروف فان ١٣ ر ٣٤٪ من الأقراص سيكون مقياسها بين ٢٤١ر و ٢٤٢ر .

واذا أردنا أن نعرف احتمال أن يكون مقياس القرص بين ٢٤٠ر ، ٢٤٢ر فاننا نجرى هذه العملية فى دفعتين ، حيث أن القيمتين يقعان على جانبى الوسط الحسابى (٢٤١ر) فأولا نحسب انحراف القيمة ٢٤٠ر عن الوسط الحسابى فى صورة وحدات معيارية = $\frac{\text{٢٤١ر} - \text{٢٤٠ر}}{\text{٠٠١ر}} = ١$
وأمامها فى الجدول نجد ٣٤١٣ر .

ثم نحسب انحراف القيمة ٢٤٢ر عن الوسط الحسابى فى صورة وحدات معيارية =
$\frac{\text{٢٤٢ر} - \text{٢٤١ر}}{\text{٠٠١ر}} = ١$ وأمامها فى الجدول ٣٤١٣ر وحيث أنهما على جانبى الوسط

∴ نجمعهما ونحصل على ٦٨٢٦ر وهى احتمال ن يكون مقياس القرص بين ٢٤٠ر ، ٢٤٢

ومن هذه الجداول يمكن ان نصل الى التعميمات الآتية بالنسبة لأى توزيع تكرارى معتاد :

(١) ان المساحة تحت التوزيع التكرارى الطبيعى بين الوسط زائد ، والوسط ناقص ١ انحراف معيارى ، تساوى ٦٨٪ من المساحة الكلية التى تساوى ١

(٢) أن المساحة تحت التوزيع التكرارى الطبيعى بين الوسط زائد والوسط ناقص انحرافين معياريين تساوى تقريبا ٩٥ر٠٪ من المساحة الكلية التى تساوى ١ .

(٣) ان المساحة تحت التوزيع التكرارى الطبيعى بين الوسط زائد والوسط ناقص ثلاث انحرافات معيارية تساوى تقريبا ٩٩ر٧٪ من المساحة الكلية التى تساوى ١

وهذا القواعد الثلاثة يجب معرفتها جيدا ، دون الرجوع الى الجدول كما يمكن من الجدول أيضا الحصول على معلومات اضافية مثل :

(١) احتمال أن يكون القرص فى المثال السابق بين ٢٤٢٠ر ، ٢٤٢٥ر نحصل أولا على المساحة بين الوسط الحسابى ٢٤١ر وأكبر القيمتين (٢٤٢٥ر) = المقابل لـ $\frac{\text{٢٤٢٥ر} - \text{٢٤١٠ر}}{\text{٠٠١ر}}$

ه‌ر١ التى يقابلها ٤٣٣٢ر ثم نحصل على المساحة بين الوسط الحسابى وأصغر القيمتين

٢٤٢ر = المقابل لـ $\frac{٢٤٢ر - ٢٤١ر}{٠٠١ر}$ = ١ التى يقابلها ٣٤١٣ر٠ وحيث أن

هاتين القيمتين على نفس الجانب من الوسط الحسابى فان الاحتمال المطلوب هو الفرق بينهما

= ٤٣٣٢ر ـ ٣٤١٣ = ٠٩١٩ر

(٢) احتمال أن يكون مقياس القرص أكبر من ٢٤٢٥ ويتم ذلك بأن نحصل أولا على المساحة بين الوسط الحسابى و ٢٤٢٥ وهى كما حسبناها فى (١) = ٤٣٣٢ر٠ وحيث أن المساحة بين الوسط ونهاية التوزيع تساوى نصف مساحة التوزيع ٥٠٠ المساحة التى بين ٢٤٢٥ر ونهاية التوزيع = ه‌ر (نصف التوزيع) ـ ٤٣٣٢ر = ٠٦٦٨ر٠ أى أن الاحتمال المطلوب = ٦٦٨ر٦٪ ٠

خرائط الرقابـــــة

ان الوحدات التى تنتجها آلة أو عامل ما نادرا ما تكون متشابهة والسبب الأول وراء ذلك قـــد تكون الصدفة البحتة كما قد تكون عوامل معينة هى التى أدت الى ذلك مثل :

١ ـ الاختلاف بين الآلات ٠

٢ ـ الاختلاف بين العمال ٠

٣ ـ الاختلاف فى المواد الخام

٤ ـ الاختلاف فى كل من العوامل السابقة فى المدى الزمنى ٠

٥ ـ الاختلاف فى علاقة العوامل السابقة بعضها ببعض ٠

والانحرافات بين الوحدات المنتجة التى ترجع الى الصدفة يمكن التنبؤ بها مقدما ، فكما سبـــق أن ذكرنا عند الكلام عن التوزيع المعتاد ، أن الصدفة قد تجعل ٩٩,٧ ٪ من القيم تنحرف عن الوسط الحسابى لها بما يساوى ثلاث انحرافات معيارية زيادة ونقصا ٠ أما اذا انحرفت القيم عن وسطهـــا الحسابى اكثر من ذلك فان معنى ذلك أن هناك عوامل اخرى لعبت دورا (١) وهذا هو الأساس الذى تبنى عليه خرائط الرقابة ٠ أى أننا نفترض أنه اذا تدخلت الصدفة وحدها ، ولم تتدخل عوامل خارجية أخرى فان قيم الوحدات المنتجة تخضع لخواص التوزيع التكرارى الطبيعى (٩٩,٧٪ منها تقع بـــين الوسط + ٣ انحرافات)٠

ان طريقة التوزيع التكرارى فى التحليل الاحصائى للبيانات تستعمل لاعطاء صورة كاملة عن الموقـف فى لحظة بالذات أو لتلخيص النتائج التى حصلنا عليها عن فترة زمنية طويلة ٠ ولكن الحصول على صـورة مستمرة للنتائج فى وقت حدوثها خلال الفترة الزمنية قد يكون مرغوبا فيه وهذا ما يمكن عمله عن طريـــق رسم خرائط الرقابة ويرى Shewart الذى استحدث خرائط الرقابة هذه أن لها ثلاثـــة فوائد :

---

(١) ان وقوع القيم داخل هذين الحدين (زائد وناقص ثلاث انحرافات معيارية) ليس معناه بالطبع الغاء وجود عوامل اخرى غير الصدفة ٠

١ - تستعمل لتحديد مستوى الجودة بالنسبة للعملية الصناعية ، الذى يجب أن تعمل المنشأة على الوصول اليه .

٢ - تستعمل كوسيلة لمحاولة الوصول الى ذلك الهدف .

٣ - تستعمل كوسيلة للحكم على مدى قرب الوصول الى ذلك الهدف .

خرائط الرقابة للوحدات المنتجة التى يمكن قياسها (التى يمكن تقسيمها كميا) :

خرائط الرقابة فى هذه الحالة ثلاثة : خريطة المتوسطات لضبط متوسط قيم الوحدات التى تنتجها العملية الصناعية وخريطة المدى لضبط مدى قيم الوحدات التى تنتجها العمليات الصناعية ، بالاضافة الى خريطة المفردات المنتجة نفسها ، ولشرح كيفية عمل خرائط المراقبة تؤخذ عينات فى فترات زمنية دورية ولتحديد سبب الانحرافات بين هذه القيم ، وهل هى الصدفة أم أسباب أخرى يجب علينا أن نحسب الانحراف المعيارى للمفردات والمتوسطات والمدى ، ولكن حساب الانحراف المعيارى باستمرار صعب ، لذلك فاننا نستطيع أن نستعمل الجدول المرافق (جدول ٤) لحساب الحدود العليا والدنيا لخرائط الرقابة والتى تعادل الوسط زائد أو ناقص ثلاث انحرافات معيارية ، وأساس الحساب فى هذا الجدول هو حجم العينة .

وتستعمل فى حساب الحدود العليا والدنيا ، القوانين المذكورة فى ذلك الجدول .

جـــدول ٤

جدول العوامل اللازمة لحدود العليا والدنيا
فى حدود الرقابـــة

حجم العينة	خريطة مجموعة المـــدى		خريطة الاوســاط	خريطة للمفـــردات
	D_3	D_4	A_2	E_2
٢	صفر	٣٫٢٧	١٫٨٨	٢٫٦٦
٣	صفر	٢٫٥٧	١٫٠٢	١٫٧٧
٤	صفر	٢٫٢٨	٠٫٧٣	١٫٤٦
٥	صفر	٢٫١١	٠٫٥٨	١٫٢٩
٦	صفر	٢٫٠٠	٠٫٤٨	١٫١٨
٧	٠٫٠٨	١٫٩٢	٠٫٤٢	١٫١١
٨	٠٫١٤	١٫٨٦	٠٫٣٧	١٫٠٥
٩	٠٫١٨	١٫٨٢	٠٫٣٤	١٫٠١
١٠	٠٫٢٢	١٫٧٨	٠٫٣١	٠٫٩٧
١١	٠٫٢٦	١٫٧٤	٠٫٢٩	٠٫٩٥
١٢	٠٫٢٨	١٫٧٢	٠٫٢٧	٠٫٩٢
١٣	٠٫٣١	١٫٦٩	٠٫٢٥	٠٫٩٠
١٤	٠٫٣٣	١٫٦٧	٠٫٢٤	٠٫٨
١٥	٠٫٣٥	١٫٦٥	٠٫٢٢	٠٫٨٦

الحدود العليا والدنيا للأوساط = الوسط الكبير ± المدى المتوسط × A_2

الحدود العليا والدنيا للمفردات = الوسط الكبير ± المدى المتوسط × E_2

الحد الأعلى لمجموعة المدى = المدى المتوسط × D4

الحد الأدنى " " = المدى المتوسط × D3

طريقة عمل خرائط الرقابة :

١ ـ اختر حجما مناسبا للعينة .

٢ ـ خذ عينات وسجل قيمتها .

٣ ـ احسب الوسط والمدى لكل عينة .

٤ ـ احسب الوسط الكبير والمدى المتوسط .

٥ ـ ارسم خريطة الرقابة لمجموعة المفردات بعد اختيار مقياس رسم مناسب .

٦ ـ ارسم خريطة الرقابة لمجموعة الأوساط .

٧ ـ ارسم خريطة الرقابة لمجموعة المدى .

٨ ـ ضع خطا يمثل الوسط الكبير على خريطتى المفردات والأوساط .

٩ ـ ضع خطا يمثل المدى المتوسط على خريطة مجموعة المدى .

١٠ ـ احسب الحدود العليا والدنيا لمجموعة المدى من الجدول وضع خطا يمثل الحد الأعلى وخطا يمثل الحد الأدنى على خريطة المدى .

١١ ـ اختبر خريطة مجموعة المدى لمعرفة هل النقط تقع بين الحدين الأعلى والأدنى . فان كانت كل النقط تقع بين الحدين الأعلى والأدنى فمعنى ذلك أن الانحرافات بين مجموعة المدى فى النطاق الذى يمكن أن يأتى نتيجة للصدفة أما اذا وقعت بعض النقط خارج هذين الحدين فمعنى ذلك أن هناك سببا لذلك يجب البحث عنه وعلاجه .

١٢ ـ احسب الحدود العليا والدنيا لمجموعة الأوساط من الجدول وارسم خطين يمثلان الحد الأعلى والأدنى على خريطة مجموعة الأوساط .

١٣ ـ اختبر خريطة مجموعة الأوساط لمعرفة هل كل النقط داخلة فى نطاق الحدين الأعلى والأدنى فوقوع جميع الأوساط داخل الحدين المذكورين معناه أن الانحرافات بين الأوساط ناتجة عن

الصدفة البحتة . أما وقوع بعض النقط خارج الحدين المذكورين فمعناه أن هناك سببا لذلك يجب البحث عنه وعلاجه فكما ذكرنا سابقا هناك احتمال ٣ فى الألف أن تقع أى قيمة خارج هذين الحدين .

١٤ — احسب الحدود العليا والدنيا لمجموعة المفردات من الجدول . وضع خطين يمثلان الحد الأعلى والحد الأدنى على خريطة مجموعة المفردات واختبر النقط المرسومة بنفس الطريقة السابقة .

ان خريطة الرقابة بمثابة الضوء الأحمر الذى يضئ عندما يكون هناك سببا معينا سبب انحرافا فى العملية الصناعية فهى تظهر أعراض هذا السبب مما يسهل علاجه وبذلك تستقيم العملية من جديد وبهذه الطريقة كانت خرائط المراقبة

١ — وسيلة لتحديد الهدف الذى يجب أن تحاول المنشأة الوصول اليه فى مستوى الجودة ، وذلك بتحديدها الحد الأعلى والأدنى لقيم الوحدات المنتجة اذا تدخلت الصدفة وحدها .

٢ — وسيلة لمحاولة الوصول الى ذلك الهدف ، وذلك عن طريق التنبيه الى الانحرافات غير الطبيعية التى تحدث .

٣ — استعمالها المستمر يبين مدى وصولنا الى مستوى الجودة المطلوب اذ بعد أن تحدد الحد الأعلى والأدنى لقيم الوحدات المنتجة يمكن باضافة عينات جديدة ، معرفة مدى وقوع قيم الوحدات المنتجة بين هذين الحدين من عدمه .

ويجب أن نلاحظ هنا أن الحدود العليا والدنيا التى استعملت فى خرائط الرقابة هى حدود احصائية وليست الحدود التى وضعها مصمم السلعة واذا كانت حدود المصمم أضيق من الحدود الاحصائية فيجب اما تغيير الآلة أو العامل ، أو أن يتنازل المصمم بعض الشئ .

ويمكن استعمال خريطة المفردات لتحديد ما اذا كانت العملية الصناعية قادرة على مقابلة طلبات المصمم أم لا ؟ فاذا فرضنا أن الحدود التى فرضها المصمم تزيد أو تنقص عن الوسط الحسابى بمقدار معين (ت) مثلا فان مدى الانحراف تحت الوسط وفوقه يكون ٢ ت كما أن مدى الانحراف طبقا للصدفة = ٣ انحرافات معيارية فى كل من جانبى الوسط مما يجعل مدى الانحراف = ٦ انحرافات

معيارية فاذا كانت $\frac{٦ \times \text{الانحراف المعيارى}}{٢ ت}$ أكبر من واحد صحيح فان العملية الصناعية لن تستطيع أن تفى بما يريده المصمم وباستعمال جدول ٥ يمكن أن تقارن $\frac{٢ ت}{\text{المدى المتوسط}}$ بالقيمة التى نجدها فى الجدول المذكور أمام حجم العينة وذلك بدلا من استعمال الانحراف المعيارى. فاذا كانت القيمة المحسوبة أكبر من القيمة الموجودة فى الجدول كان فى وسع المنشأة أن تنتج وحدات من السلعة بهذه العملية الصناعية تكون مطابقة للمواصفات الهندسية أما اذا نقصت القيمة المحسوبة عن الموجودة فى الجدول كان معنى ذلك أن بعض الوحدات المنتجة لن تقبل فى عملية الفحص، وذلك لأنه كما قلنا استعمال المدى المتوسط أسهل من استعمال الانحراف المعيارى.

فاذا كان المدى المتوسط = ٠٠٣ر وحجم العينة ٥ والحدود التى وضعها المصمم = الوسط ± ٠٠٥ر فان ٢ ت = ٢ × ٠٠٥ر = ٠١ر

$$\frac{٢ ت}{\text{المدى المتوسط}} = \frac{٠١ر}{٠٠٣ر} = ٣٣ر٣$$

والقيمة الموجودة فى الجدول أمام حجم عينة قدره ٥ = ٨٠ر٢ وهى أصغر من ٣٣ و ٣ مما يدل على أن العملية الصناعية تستطيع أن تفى بما يريده المصمم.

وباستعمال التوزيع المعتاد يمكننا أن نحسب النسبة المئوية للوحدات التى لن تمر فى الفحص لانحرافها عن الحدود التى وضعها المصمم. فاذا فرضنا أن مواصفات الوحدات يجب أن تكون الوسط زائدا أو ناقص ٢٥ر. والانحراف المعيارى ١٥ر

$$\text{الانحراف من الوسط الحسابى فى وحدات من الانحراف المعيارى} = \frac{٢٥ر}{\text{الانحراف المعيارى}} = \frac{٢٥ر}{١٥ر}$$

= ١ر٦٧ انحراف معيارى.

ومن جدول التوزيع المعتاد نجد أمام ١ر٦٧ أن عدد الوحدات التى ستنحرف أكثر من ١ر٦٧ فى جانب واحد (أكبر من ١ر٦٧ مثلا) = ٥٪ أى أن الوحدات التى ستنحرف أكثر وأقل من ١ر٦٧ انحراف معيارى = ١٠٪ من الوحدات.

جـــــدول ٥

حجم العينـــة	الحد الأدنى لما يجب أن يكون عليه $\frac{\text{ت}^2}{\text{المدى المتوسط}}$
٢	٥ر٣٣١
٣	٣ر٥٤٤
٤	٢ر٩١٤
٥	٢ر٨٥٠
٦	٢ر٣٦٣
٧	٢ر٢١٩
٨	٢ر١٠٨
٩	٢ر٠٢٠

(٣) بعض مشاكل ضبط جودة الانتاج للمنتجات البترولية

تقوم الصناعة البترولية على تكرير الزيت الخام للحصول على المنتجات الرئيسية التالية :

(١) غـــازات

(٢) بنزيـــن

(٣) كيروســـين

(٤) ســـولار

(٥) ديـــزل

(٦) مـــازوت

وكل من هذه المنتجات له مواصفات قياسية يجب الخضوع لها وتختلف المواصفات بالنسبة للمنتج الواحد اذا اختلف نوع الخام المكرر أصلا ومن هنا كان لزاما استخدام لوحة للمراقبة الاحصائية للمنتجات بالنسبة لكل خام ثم لوحظ باجراء التحاليل أن تغيير حمولة الجهاز يسبب اختلافا فى المواصفات ومن ثم فقد اتفق على اجراء التحاليل الاحصائية بتثبيت حمولة الجهاز .

على أنه يجدر الاشارة أيضا أن تحسين خواص أحد المنتجات قد يؤثر على بيانات منتج آخر وذلك لارتباط المنتجات بعضها بالبعض .

(٤) تحديد الحجم الأمثل للعينات اليومية فى الصناعة البترولية (١)

مقدمة :

يعطى هذا البحث الصيغة الرياضية لتحديد حجم العينة الواجب الحصول عليها يوميا للمنتجات البترولية بحيث يكون احتمال وقوع مواصفات نسبة معينة (١٠٠ ف ٪) من المجتمع الكلى للانتاج بين الحد الأصغر للمواصفة فى العينة س ١ والحد الأعلى للمواصفة فى العينة س ن ، هذا الاحتمال هو (١ — ∝)

وهذا البحث يساعد فى معرفة تكرار التحاليل بالمعمل التى يجب اجراؤها وفيما يلى النموذج الرياضى الذى استخدم لتحديد الحجم المناسب

النموذج الرياضى :

لنفرض أن قراءات العينة العشوائية المسحوبة من مجتمع احصائى س يمكن أن نرمز لها بالرمز (س ١ ، س ٢ ، ..... ، س ن) ولنفرض أن التوزيع الاحتمالى للمجتمع س هو ع(س) ، س

ولنفرض أن المحور الحقيقى يمكن تقسيمه الى خمسة فترات هى :

(١) — ∞ ، س ١ — ك س ١

(٢) س ١ — ك س ١ ، س ١ + ك س ١

(٣) س ١ + ك س ١ ، س ن — ك س ن

(٤) س ن — ك س ن ، س ن + ك س ن

(٥) س ن — ك س ن ، + ∞

(١) يرجع الفضل الى الدكتور صليب روفائيل فى توجيهاته فى هذا الشأن .

ولنفرض أن احتمالات وقوع مشاهدة معينة فى الفترة "ع" هو ح ع

∴ احتمال حدوث الحادثة المركبة التالية :

ألا تقع مشاهدة فى الفترة (١) بينما تقع مشاهدة واحدة فى الفترة (٢) وتقع (ن — ٢) من المشاهدات فى الفترة (٣) ، وتقع مشاهدة واحدة فى الفترة (٤) ولا تقع مشاهدة فى الفترة (٥) هذا الاحتمال يحسب كالتالى :

$$\text{الاحتمال} = \frac{\text{ن !}}{\text{صفر! (١) ! (ن — ٢)! (١) ! صفر!}} \; ح_{١}^{\text{صفر}} \; ح_{٢}^{١} \; ح_{٣}^{\text{ن — ٢}} \; ح_{٤}^{١} \; ح_{٥}^{\text{صفر}}$$

... ... (١)

حيث :

$$\left.\begin{array}{l} ح_{٢} = ح\,(س_{١})\; ك\, س_{١} \\ \\ ح_{٣} = \int_{س_{١}}^{س_{٥}} ح\,(س)\; ك\, س \\ \\ ح_{٤} = ح\,(س_{ن})\; ك\, س_{ن} \end{array}\right\} \quad \text{... ... ... (٢)}$$

∴ التوزيع الاحتمالى للمتغيرين س١ ، سن معا باستخدام المعادلة (١) يمكن كتابته على النحو التالى :

$$ح\,(س_{١}، س_{ن})\; ك\, س_{١}\; ك\, س_{ن} = ن\,(ن — ١)\; ح\,(س_{١})\; ح\,(س_{ن}) \left\{ \int_{س_{١}}^{س_{٥}} ح\,(س)\; ك\, س \right\}^{ن —٢} \quad \text{(٣)}$$

$$\times \; س_{١} \; س_{ن} \; ...$$

ثم نستخدم التحويلات التالية :

$$\left.\begin{array}{l} و = \int_{\text{صفر}}^{س_{١}} ح\,(س)\; ك\, س \\ \\ ف = \int_{س_{١}}^{س_{٥}} ح\,(س)\; ك\, س \end{array}\right\} \quad \text{(٤)}$$

حيث و ، ف تكون متغيرات عشوائية حينما يتغير كلا من س١ ، س٥ بطريقة عشوائية ولتحويل كلا من و ، ف يمكن كتابة :

$$ح(و، ف)\, ك و\, ك ف = ح(س_1، س_ن) \left| \frac{ك(س_1، س_ن)}{ك(و، ف)} \right| ك و\, ك ف \quad \ldots (٥)$$

حيث $|ج| = 1 \setminus \left| \frac{ك(و، ف)}{ك(س_1، س_ن)} \right| = 1 \setminus \begin{vmatrix} ح(س_1) & صفر \\ -ح(س_1) & ح(س_ن) \end{vmatrix}$ (٦)

$$\therefore |ج| = \frac{1}{ح(س_1)\, ح(س_ن)}$$

ومن ثم يمكن القول أن :

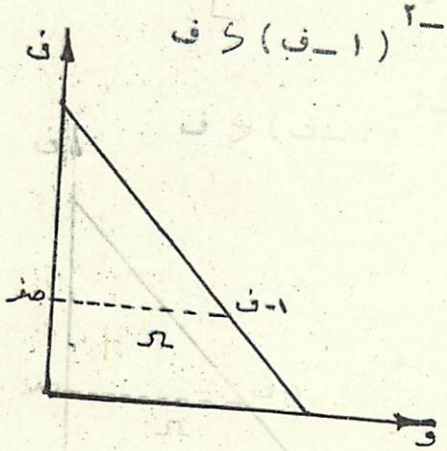
$$ح(و، ف)\, ك و\, ك ف = ن(ن-١)\, ف^{ن-٢}\, ك و\, ك ف \quad (٧)$$

والمنطقة المبينة بالشكل (٢) تبين المنطقة المحولة للمتغيرات و ، ف

حيث

$$ح(ف)\, ك ف = \left[\sum_{ن=صفر}^{١-ف} ح(و، ف)\, ك و \right] ك ف$$

$$= ن(ن-١)\, ف^{ن-٢}(١-ف)\, ك ف \quad (٨)$$



شكل (٢)

والشكل (٣) يوضح الاحتمالات ح (ف) ، ف لقيم ن عندما ن = ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥

فاذا اعتبرنا أن α هى المخاطرة عندما س$_1$ ، س$_ن$ لا تتضمن النسبة ١٠٠ ف ٪ فاننا نحصل على :

$$\alpha = \int_{\text{صفر}}^{\text{ف}} \text{ح (ف)} \, \text{د ف}$$

أى أنه

$$\alpha = \int_{\text{صفر}}^{\text{ف}} \text{ن (ن - ١) ف}^{\text{ن - ٢}} \, (\text{١ - ف}) \, \text{د ف}$$

$$\therefore \alpha = \left\{ \frac{\text{ف}^{\text{ن}}}{\text{ن}} - \frac{\text{ف}^{\text{ن - ١}}}{\text{ن - ١}} \right\} \text{ن (ن - ١)}$$

أى أنه

$$\alpha = \text{ن ف}^{\text{ن - ١}} - \text{(ن - ١) ف}^{\text{ن}} \qquad (١٠)$$

" حساب حجم العينة ن "

لتحديد أصغر القراءات وأكبرها س ١ ، س ن بحيث يكون الاحتمال

أن ١٠٠ ف٪ من المجتمع تقع ضمن المدى س ١ ، س ن هو (١ ـ α)

المعادلة (١٠) يمكن كتابتها

$$ف_{ن-١} \left[ن (١ - ف) + ف \right] = \alpha$$

$$\text{أو } ن (١ - ف) + ف = \alpha_{ف}^{١-ن} \quad (١١)$$

فاذا كتبنا

$$<_١ (ن) = ن (١ - ف) + ف \quad (١٢)$$

$$<_٢ (ن) = \alpha_{ف}^{١-ن} \quad (١٣)$$

∴ حجم العينة ن المطلوب هو جذر المعادلة $<_١ (ن) = <_٢ (ن)$ (١٤)

ونـــــلاحظ أن

$$\left.\begin{array}{l} <_١ (\text{صفر}) = ف \\ <_٢ (\text{صفر}) = \alpha_{ف} \end{array}\right\} \quad (١٥)$$

∴ $<_١ (\text{صفر}) < <_٢ (\text{صفر})$ (١٦)

وعلـــــى ذلك

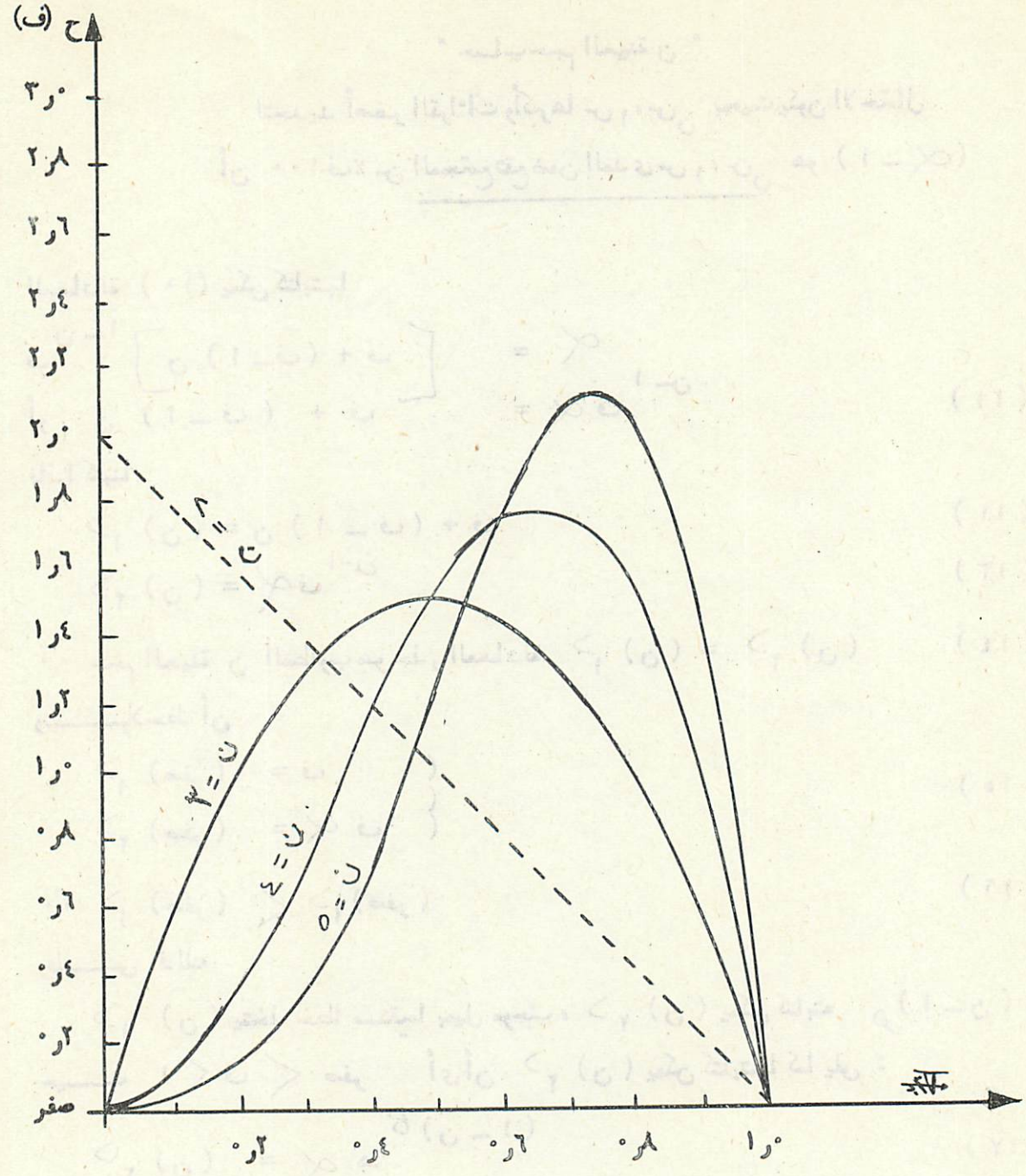
$<_١ (ن)$ يتخذ خطا مستقيما بميل موجب ، $<_٢ (ن)$ يمكن كتابته هـ$_{(١-ن)}$ لو ف

حيـــث ١ > ف > صفر أى أن $<_٢ (ن)$ يمكن كتابتها كما يلى :

$$<_٢ (ن) = \alpha_{هـ}^{B(ن-١)} \quad (١٧)$$

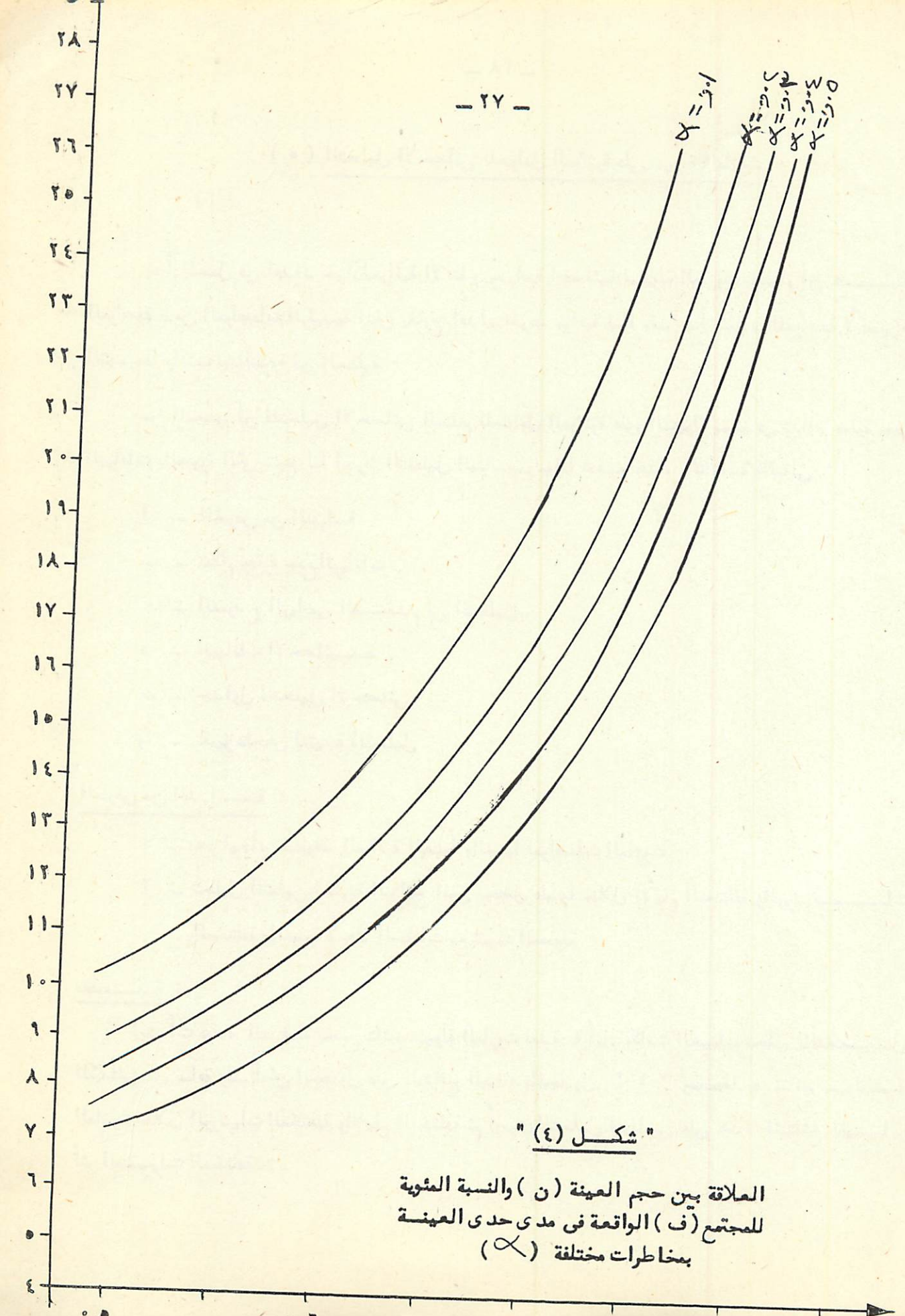
حيـــث $B = -$ لو (ف) (١٨)

وهذا يتضمن أن المعادلة (١٤) يجب أن يكون لها جذر موجب ويبين الشكل (٤) المرســوم العلاقة بين حجم العينة (ن) والمتغير (ف) عندما α = ١٠ر ، ٢٠ر ، ٣٠ر ، ٤٠ر ، ٥٠ر .



شكل (٣)

التوزيع الاحتمالى للنسبة المئوية للمجتمع (ف)
الواقع فى مدى حدى العينة بالنسبة للحجوم
المختلفة للعينة (ن)



" شكـــل (٤) "

العلاقة بين حجم العينة (ن) والنسبة المئوية
للمجتمع (ف) الواقعة فى مدى حدى العينـــة
بمخاطرات مختلفة (α)

(٥) التحليل الاحصائى للعوامل المؤثرة على سيولة المازوت

بدأ العمل فى اعداد خرائط مراقبة الانتاج بدراسة احصائية لسيولة المازوت باعتبار أن هـــذه المواصفة ضمن المواصفات الرئيسية التى يقترح اعداد خرط مراقبة لها وقد بدأ بهذه المواصفة لأغـراض التبسيط واكتساب الخبرة فى العملية .

من المعلوم أن التحليل الاحصائى السليم للعوامل المؤثرة على السيولة يستدعى تنظيم عملية جمع البيانات بالصورة التى تتيح لنا اجراء التحليل المناسب ولهذا تنقسم هذه الدراسة كالتالى :

ا - الغرض من الدراسة

ب - نظام وفترة جمع البيانات

جـ - النموذج الرياضى المستخدم فى التحليل

د - البيانات الاحصائيـــة

هـ - جداول التحليل الاحصائى

و - تقرير ملخص لنتيجة التحليل

الغرض من الدراســـة :

١ - هو ايجاد خطوط المراقبة العليا والدنيا لمواصفات المازوت .

٢ - تحليل التباين لمقارنة النتائج التى يحصل عليها خلال الأيام المختلفة والورديـــات المختلفة بالنسبة لأحد الخامات مع تثبيت الحمولة .

مقدمـــة :

ابتدأت هذه الدراسة بجمع نتائج سيولة المازوت لمدة ٤ أيام وكانت العينات تحلل بالمعمـــل الكيمائى كل ساعة وقد أمكن الحصول على النتائج المرفقة بالجدول " ١ " وموضحا به نتائج سيولـــة المازوت خلال الورديات المختلفة والأيام المختلفة ثم أجرى التحليل الرياضى على هذه النتائج لقيـــاس أثر المتغيرات المختلفة .

خلاصـــة ونتائـــج :

اتضحت الحقائق التالية من هذا التقرير :

١ ـ أن هناك تغيرات معنوية لسيولة المازوت بين الأيـام المختلفة ٠

٢ ـ أن هناك تغيرات ظاهرية بين الورديات المختلفة ٠

٣ ـ أن هناك تغيرات ظاهرية بين الأعمدة المختلفة التى تمثل الساعات ٠

٤ ـ أن هناك تغيرات ظاهرية فقط عند تغيير الساعات والورديات معا ٠

٥ ـ أن هناك تغيرات ظاهرية فقط عند تغيير الأيام والساعات معا ٠

٦ ـ أن هناك تغيرات ظاهرية عند تغيير الورديات والأيام معا ٠

النموذج الرياضـــى :

يمكن أن نرمز للظواهر الثلاث التى يجرى عليها التحليل بالرموز ر ، و ، هـ ٠

حيث ر يمكن أن تأخذ قيما من ١ الى م أى ر (١ ⟵ م) ٠

و يمكن أن تأخذ قيما من ١ الى ك أى و (١ ⟵ ك) ٠

هـ يمكن أن تأخذ قيما من ١ الى ل أى هـ (١ ⟵ ل) ٠

$س_{ر\,و\,هـ}$ هى قراءة تتضمن تأثير العوامل الثلاثية عليها ٠

$س_{ر\,و\,.}$ تمثل مجموعا ولذلك فان :

$$س_{ر\,و\,.} = \sum_{هـ=١}^{ل} س_{ر\,و\,هـ}$$

بالمثل $$س_{ر\,.\,هـ} = \sum_{و=١}^{ك} س_{ر\,و\,هـ}$$

بالمثل $$س_{.\,و\,هـ} = \sum_{ر=١}^{م} س_{ر\,و\,هـ}$$

$$س_{ر\,.\,.} = \sum_{و=1}^{ك} \sum_{هـ=1}^{ل} س_{ر\,و\,هـ}$$

$$س_{.\,و\,.} = \sum_{ر=1}^{م} \sum_{هـ=1}^{ل} س_{ر\,و\,هـ}$$

$$س_{.\,.\,هـ} = \sum_{ر=1}^{م} \sum_{و=1}^{ك} س_{ر\,و\,هـ}$$

$$س_{...} = \text{المجموع العام} = \sum_{ر=1}^{م} \sum_{و=1}^{ك} \sum_{هـ=1}^{ل} س_{ر\,و\,هـ} = \text{ن}$$

النموذج الذى بنى عليه التصميم :

$$\mu(س_{ر\,و\,هـ}) = \mu + ا_ر + ب_و + جـ_هـ + ت_{ر\,و} + ت_{و\,هـ} + ت_{ر\,هـ}$$

حيث $ا_ر$ ، $ب_و$ ، $جـ_هـ$ تمثل التأثيرات الرئيسية .

$ت_{ر\,و}$ ، $ت_{و\,هـ}$ ، $ت_{ر\,هـ}$ تمثل التفاعلات بين كل مؤثرين .

المجموع الكلى للمربعات :

$$\sum_ر \sum_و \sum_هـ (س_{ر\,و\,هـ} - \bar{س}...)^2 = \sum_ر \sum_و \sum_هـ س^2_{ر\,و\,هـ} - \frac{\text{ن}}{(١)}$$

أثـــر الظاهرة $ا_ر$:

$$ك\,ل \sum_{ر=1}^{م} (\bar{س}_{ر\,.\,.} - \bar{س}...)^2 = \frac{1}{ك\,ل} \sum_{ر=1}^{م} س^2_{ر\,.\,.} - \frac{\text{ن}}{\text{ن}} \qquad (٢)$$

أثـــر الظاهرة ب$_{و}$:

$$م\ ل \sum_{و=١}^{ن} (س_{و.} - س_{...})^2 = \frac{١}{م\ ل} \sum_{و=١}^{ل} س^2_{و.} - \frac{ح^2}{ن} \qquad (٣)$$

أثر الظاهرة الثالثة جـ$_{هـ}$:

$$م\ ك \sum_{هـ=١}^{ل} (س_{.هـ} - س_{...})^2 = \frac{١}{م\ ك} \sum_{هـ=١}^{ل} س^2_{.هـ} - \frac{ح^2}{ن} \qquad (٤)$$

أثـــر التفاعلات :

$$ت_{رو} = \frac{١}{ل} \sum_{ر} \sum_{و} س^2_{رو.} - \frac{١}{ك\ ل} \sum_{ر} س^2_{ر..} - \frac{١}{ل\ م} \sum_{و=١}^{ل} س^2_{.و.} + \frac{ح^2}{ن} \qquad (٥)$$

$$ت_{رهـ} = \frac{١}{ك} \sum_{ر} \sum_{هـ} س^2_{ر.هـ} - \frac{١}{ك\ ل} \sum_{ر} س^2_{ر..} - \frac{١}{م\ ك} \sum_{هـ} س^2_{..هـ} + \frac{ح^2}{ن} \qquad (٦)$$

$$ت_{وهـ} = \frac{١}{م} \sum_{و} \sum_{هـ} س^2_{.وهـ} - \frac{١}{ل\ م} \sum_{و} س^2_{.و.} - \frac{١}{م\ ك} \sum_{هـ} س^2_{..هـ} + \frac{ح^2}{ن} \qquad (٧)$$

ملحوظـــة :

ن = العدد الكلى للقراءات

أو ن = ك ٠ ل ٠ م ٠

" جدول تحليل التباين "

المصدر	مجموع المربعات (I)	د ٠ ح II	تقدير التباين
ا ر	مجموع المربعات من المعادلة (٢)	(م ـ ١)	
ب و	مجموع المربعات من المعادلة (٣)	(ك ـ ١)	
ح هـ	مجموع المربعات من المعادلة (٤)	(ل ـ ١)	$\frac{I}{II}$
ت ر و	مجموع المربعات من المعادلة (٥)	(م ـ ١) (ك ـ ١)	
ت ر هـ	مجموع المربعات من المعادلة (٦)	(م ـ ١) (ل ـ ١)	
ت و هـ	مجموع المربعات من المعادلة (٧)	(ك ـ ١) (ل ـ ١)	
مجموع البواقى	المعادلة(١) ـ (٢)+(٣)+(٤)+(٥)+(٦)+(٧)	(ن ـ ١) ـ درجات الحرية اعلاه	
المجموع الكلى للمربعات	مجموع المربعات من المعادلة (١)	(ن ـ ١)	

لمقارنة أثر احدى العوامل الرئيسية أو التفاعلات تقارن التباين بالنسبة لهذا العامل مع التباين الناتج من مجموع البواقى بدرجات حرية ١ ، ٢ حيث :

١ هى درجات الحرية المقابلة للبسط

٢ هى درجات الحرية المقابلة للمقام

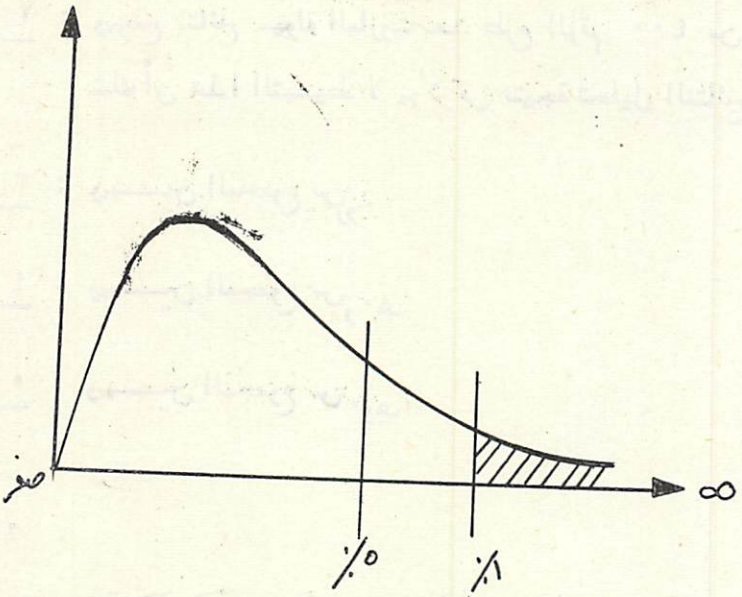
$$ف = \frac{ع^{2}_{١}}{ع^{2}_{٢}}$$ بدرجات (١ ، ٢)

حيث $ع^{2}_{١}$ هو التباين الاكبر مقدارا ـ وله درجات حرية (١) .

$ع^{2}_{٢}$ هو التباين الاصغر مقدارا ـ وله درجات حرية (٢)

طريقـــة اختبار ف :

يسمى هذا الاختبار باختبار ف وهذا الاختبار يمكننا من دراسة الفرض القائل بأن العينتـــين المراد مقارنتهما مأخوذتين من مجتمعين معتادين لهما نفس التباين أى يراد اختبار تجانس العينتين ٠ ويلاحظ أن التوزيع الاحتمالى للمتغير ف يتراوح بين صفر ، ∞ وهو ملتوى وذيله الطويل واقـع على اليمين ٠



ويلاحظ من منحنى ف أنه يمكن تعيين احتمال تخطى ف الجدوليه من طريق الصدفة بدرجات حريـــة (١ ، ٢) وهذا الاحتمال هو المساحة المحصورة بين ∞ ، قيمة ف الجدوليه

وهناك ٣ نتائـــج :

(١) اذا كان احتمال تخطى ف الجدوليه أصغر من ١٪ فانه يمكن القول بخطأ الفرض أى أن قيمة ف الجدوليه دالة جدا على خطأ الفرض ٠

(٢) اذا كان احتمال تخطى ف الجدوليه أكبر من ٥٪ فان قيمة ف الجدوليه غير دالة على خطأ الفرض ٠

(٣) اذا كانت قيمة ف الجدوليه واقعة بين ١٪ ، ٥٪ فان قيمة ف الجدوليه دالة على خطأ الفـــرض أى أن هناك شك فى صحة الفرض

ويمكن تلخيص نتائج سيولة المازوت كما يلى :

(١) الجـدول ١ : ويوضح نتائج سيولة المازوت كل ساعة بالنسبة لكل وردية وبالنسبة لليوم أيضا .

(٢) الجـدول ٢ : ويوضح نتائج سيولة المازوت بعد طرح الرقم ٤٠٠ من جميع نتائج الجدول ولا شك أن هذا التبسيط لا يؤثر فى نتيجة تحليل النتائج وفقا للقواعد الاحصائية .

(٣) الجـدول ٣ : ويبـين المجموع $س_{ر و}$.

(٤) الجـدول ٤ : ويبـين المجموع $س_{ر ه}$.

(٥) الجـدول ٥ : ويبـين المجموع $س_{و ه}$.

ملاحظـات :

للحصول على المجموع $س_{ر}$ تربع الأرقام الواردة بالجدول ٣ وتجمع .

للحصول على المجموع $س_{ه}$ تربع الارقام الواردة بالجدول ٤ وتجمع .

للحصول على المجموع $س_{و}$ تربع الارقام الواردة بالجدول ٥ وتجمع .

أما مجموع $س_{ر و ه}$ فانه يحصل عليه بتربيع جميع الأرقام الواردة بالجدول ٢ وجمعها

أما المجموع الكلى $ح$ فانه يحصل عليه بجمع $س_{ر}$ أو $س_{و}$ أو $س_{ه}$

الجـــدول رقم (١)

اليـــوم	الورديـــة	العينـــات كل ساعتـــين ١	٢	٣	٤
	١	٦٨٣	٥١٦	٤٩٧	٥٠١
١	٢	٥١٦	٥١٠	٤٩٩	٥٧٠
	٣	٥٣٣	٥٤٠	٤٦١	٥٥٤
	١	٥٦٠	٤٧٥	٦١١	٦١٨
٢	٢	٦٧٠	٦١٥	٦٣٠	٦٢٣
	٣	٦٥٢	٦٨٢	٦٧١	٦٧٠
	١	٦٨٠	٦٣٤	٦٥٣	٦٦١
٣	٢	٥٩٨	٦٠٠	٦٣٢	٦٣٢
	٣	٦٤١	٦٢٠	٦٠٥	٦٣٣
	١	٦١٠	٦٠٠	٦٠٠	٦٠٠
٤	٢	٦٠٣	٦١٠	٦٠٥	٦١٥
	٣	٦١٠	٦٣٠	٦٢١	٦٠٠

وحتى يمكن اجراء التحليل للتباين فقد اختصر الجدول ١ الى الجدول ٢ وذلك بطـــرح العدد ٤٠٠ من كل من الأرقام المبينة ٠

الجـــدول رقم (٢)

اليـــوم	الورديـة	العينـــات كل ساعتـــين ١	٢	٣	٤
	١	٢٨٣	١١٦	٩٧	١٠١
١	٢	١١٦	١١٠	٩٩	١٧٠
	٣	١٣٣	١٤٠	٦١	١٥٤
	١	١٦٠	٧٥	٢١١	٢١٨
٢	٢	٢٧٠	٢١٥	٢٣٠	٢٤٣
	٣	٢٥٢	٢٨٢	٢٧١	٢٧٠
	١	٢٨٠	٢٣٤	٢٥٣	٢٦١
٣	٢	١٩٨	٢٠٠	٢٣٢	٢٣٢
	٣	٢٤١	٢٢٠	٢٠٥	٢٣٣
	١	٢١٠	٢٠٠	٢١٠	٢٠٠
٤	٢	٢٠٣	٢١٠	٢٠٥	٢١٥
	٣	٢١٠	٢٣٠	٢٢١	٢٠٠

وقد إمكن الحصول على ٣ جداول أخرى تربط بين كل متغيرين كما يلى :

جدول ٣ ويربط بين الأيام والورديات .

جدول ٤ ويربط بين الأيام والساعات .

جدول ٥ ويربط بين الورديات والساعات .

جدول رقم (٣) الأيام والورديات

الورديات / الأيام	١	٢	٣	مجموع
١	٥٩٧	٤٩٥	٤٨٨	١٥٨٠
٢	٦٦٤	٩٥٨	١٠٧٥	٢٦٩٧
٣	١٠٢٨	٨٦٢	٨٩٩	٢٧٨٩
٤	٨٢٠	٨٣٣	٨٦١	٢٥١٤
مجموع	٣١٠٩	٣١٤٨	٣٣٢٣	٩٥٨٠

جدول رقم (٤) الأيام والساعات

الساعات / الأيام	١	٢	٣	٤	مجموع
١	٥٣٢	٣٦٦	٢٥٧	٤٢٥	١٥٨٠
٢	٦٨٢	٥٧٢	٧١٢	٧٣١	٢٦٩٧
٣	٧١٩	٦٥٤	٦٩٠	٧٢٦	٢٧٨٩
٤	٦٢٣	٦٤٠	٦٣٦	٦١٥	٢٥١٤
مجموع	٢٥٥٦	٢٢٣٢	٢٢٩٥	٢٤٩٧	٩٥٨٠

جدول رقم (٥) الورديات والساعات

الساعات / الورديات	١	٢	٣	٤	مجموع
١	٩٣٣	٦٢٥	٧٧١	٧٨٠	٣١٠٩
٢	٧٨٧	٧٣٥	٧٦٦	٨٦٠	٣١٤٨
٣	٨٣٦	٨٧٢	٧٥٨	٨٥٧	٣٣٢٣
المجموع	٢٥٥٦	٢٢٣٢	٢٢٩٥	٢٤٩٧	٩٥٨٠

ومن الجداول ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ أمكن الحصول على النتائج التالية :

$$\sum س^2_{هـ\,٥٠} = ٢٣٠١٦٩٩٤$$

$$\sum س^2_{د\,٥٠} = ٢٣٨٦٨٩٢٦$$

$$\sum س^2_{و\,٥٠} = ٣٠٦١٨١١٤$$

$$\sum س^2_{و\,هـ\,د\,٥٠} = ٦٠٢٥٥٧٠$$

$$\sum س^2_{د\,و\,و\,٥٠} = ٨٠٦٩٥٠٢$$

$$\sum س^2_{و\,هـ\,و\,٥٠} = ٧٧١٨١٩٨$$

$$\sum س^2_{د\,و\,هـ\,و\,٥٠} = ٢٠٦٨٣٨٤$$

$$\therefore \quad \sum ن = ٩٥٨٠$$

$$\therefore \quad \sum ن^2 = ٩١٧٧٦٤٠٠$$

$$\therefore \quad \frac{\sum ن^2}{ن} = \frac{٩١٧٧٦٤٠٠}{٤٨} = ١٩١٢٠٠٨٫٣٣٣$$

أثـــر ا (الأيام) :

$$\text{ا} = \frac{٢٣٨٦٨٩٢٦}{١٢} - ١٩١٢٠٠٨٫٣٣٣ = ٧٧٠٦٨٫٨٣٣$$

أثـــر هـ (الساعات) :

$$\text{هـ} = \frac{٢٣٠١٦٩٩٤}{١٢} - ١٩١٢٠٠٨٫٣٣٣ = ٦٠٧٤٫٥٠٠$$

أثـــر و (الورديات) :

$$\text{و} = \frac{٣٠٦١٨١١٤}{١٦} - ١٩١٢٠٠٨٫٣٣٣ = ١٦٢٣٫٧٩٢$$

أثـــر ت ر هـ :

$$\text{ت ر هـ} = \frac{٦٠٢٥٥٧٠}{٣} - \frac{٢٣٨٦٨٩٢٦}{١٢} - ٦٠٧٤٫٥٠٠ = ١٣٣٧١٫٦٦٧$$

$$\text{ت ر و} = \frac{٨٠٦٩٥٠٢}{٤} - \frac{٢٣٨٦٨٩٢٦}{١٢} - ١٦٢٣٫٧٩٢ = ٢٦٦٧٤٫٥٤٢$$

آثـــر ت و هـ :

$$\text{ت و هـ} = \frac{٧٧١٨١٩٨}{٤} - \frac{٣٠٦١٨١١٤}{١٦} - ٦٠٧٤٫٥٠٠ = ٩٨٤٢٫٨٧٥$$

مجموع المربعات الكلية = $\sum \text{ر} \sum \text{و} \sum \text{هـ} \; \text{س}^{٢}_{\text{ر و هـ}} - \frac{\text{ح}^{٢}}{\text{ن}}$

$$= ٢٠٦٨٣٨٤ - ١٩١٢٠٠٨٫٣٣٣ = ١٥٦٣٧٥٫٦٦٧$$

جدول تحليل التباين (١)

مصدر الخطأ (١)	مجموع المربعات (٢)	د ح (٣)	تقدير التباين (٤)	ف المحسوبة (٥)	(٦)	(٧)	ف ١٪ (٨)	ف ٥٪ (٩)
الأيام	٧٧٠٦٨ر٨٣٣	٣	٢٥٦٨٩ر٦١١	٢١ر٢٩٠	٣	١٨	٥ر٠٩	٣ر١٦
الساعات	٦٠٧٤ر٥٠٠	٣	٢٠٢٤ر٨٣٣	١ر٦٧٨	٣	١٨	٥ر٠٩	٣ر١٦
الورديات	١٦٢٣ر٧٩٢	٢	٨١١ر٨٩٦	٠ر٦٧٣	٢	١٨	٦ر٠١	٣ر٥٥
ت ر هـ	١٣٣٧١ر٦٦٧	٩	١٤٨٥ر٧٤١	١ر٢٣١	٩	١٨	٣ر٦٠	٢ر٤٦
ت ر و	٢٦٦٧٤ر٠٤٢	٦	٤٤٥ر٧٥٧	٠ر٣٦٩	٦	١٨	٤ر٠١	٢ر٦٦
ت و هـ	٩٨٤٢ر٨٧٥	٦	١٦٤٠ر٤٧٩	١ر٣٦٠	٦	١٨	٤ر٠١	٢ر٦٦
الخطأ المتبقى	٢١٧١٩ر٤٥٨	١٨	١٠٢٦ر٦٣٧					
المجموع الكلى للمربعات	١٥٦٣٧٥ر٦٦٧	٤٧						

وبمقارنة ف المحسوبة من هذا الجدول بـ ف ١٪ ، ف ٥٪ يمكن الحصول على النتائج التالية :

(١) أن هناك فروقا معنوية بين الأيام

(٢) أن هناك فروقا ظاهرية بين الساعات

(٣) أن هناك فروقا ظاهرية بين الورديات

(٤) أن هناك فروقا ظاهرية للتفاعل أيام × ساعات

(٥) أن هناك فروقا ظاهرية للتفاعل أيام × ورديات

(٦) أن هناك فروقا ظاهرية للتفاعل ساعات × ورديات

---

(١) عمود (٤) = $\frac{\text{عمود (٢)}}{\text{عمود (٣)}}$ ، عمود (٥) = $\frac{\text{عمود (٤)}}{١٠٢٦ر٦٣٧}$ ، عمودى ٨ ، ٩ من جداول ف

(٦) اعداد خريطة المراقبة الاحصائية لسيولة المازوت

الغرض من الدراسة :

١ — ايجاد حدود المراقبة العليا والدنيا لسيولة المازوت

٢ — ضبط الانتاج فى حدود المراقبة

٣ — اعداد لوحة المراقبة الاحصائية ٠

كما سبق أن ذكرنا أخذت ٤ عينات فى كل من الورديات الثلاثة لمدة ٤ أيام ٠ وبدراسة هذه العينات اتضح :

أ — بالنسبة لخريطة المدى هناك وردية واحدة خرجت عن حدى المدى وهى الوردية الأولى فى اليوم الأول أو الوردية الأولى فى اليوم الثانى فلم تخرج كثيرا عن الحد الأعلى لمجموعة المدى ٠ أما باقى الورديات فمدى كل منها فى الحدود المطلوبة ٠

ب — بالنسبة لخريطة المتوسطات : خرجت متوسطات ورديات اليوم الأول كلها وكذلك متوسط الوردية الثالثة فى اليوم الثانى ومتوسط الوردية الأولى فى اليوم الثالث عن الحدود المطلوبة ٠

جـ — بالنسبة لخريطة المفردات : خرجت خمسة مفردات عن الحدود المطلوبة وهى : عينتى ٣ ، ٤ فى الوردية الأولى فى اليوم الأول وعينة ٣ فى الوردية الثانية والوردية الثالثة فى اليوم الأول وعينة ٢ فى الوردية الأولى فى اليوم الثانى ٠

د — يمكن كما ذكرنا فى أول البحث معرفة اذا كانت العملية الانتاجية بهذا الوضع تستطيع أن تفى بالمواصفات التى تتطلبها المستهلك أم لا ٠ كما يمكن باستعمال التوزيع الطبيعى Normal معرفة النسبة المئوية لما يمكن ان يكون فى حدود المواصفات المطلوبة ٠

اليوم	الوردية	العينات ١	٢	٣	٤	المجموع	الوسط	المدى
	١	٦٨٣	٥١٦	٤٩٧	٥٠١	٢١٩٧	٥٤٩	١٨٦
١	٢	٥١٦	٥١٠	٤٩٩	٥٧٠	٢٠٩٥	٥٢٤	٧١
	٣	٥٣٣	٥٤٠	٤٦١	٥٥٤	٢٠٨٨	٥٢٢	٩٣
	١	٥٦٠	٤٧٥	٦١١	٦١٨	٢٢٦٤	٥٦٦	١٤٣
٢	٢	٦٧٠	٦١٥	٦٣٠	٦٢٣	٢٥٣٨	٦٣٥	٥٥
	٣	٦٥٢	٦٨٢	٦٧١	٦٧٠	٢٦٧٥	٦٦٩	٣٠
	١	٦٨٠	٦٣٤	٦٥٣	٦٦١	٢٦٢٨	٦٥٧	٤٦
٣	٢	٥٩٨	٦٠٠	٦٣٢	٦٣٢	٢٤٦٢	٦١٦	٣٤
	٣	٦٤١	٦٢٠	٦٠٥	٦٣٣	٢٤٩٩	٦٢٥	٣٦
	١	٦١٠	٦٠٠	٦٠٠	٦٠٠	٢٤١٠	٦٠٣	١٠
٤	٢	٦٠٣	٦١٠	٦٠٥	٦١٥	٢٤٣٣	٦٠٨	١٢
	٣	٦١٠	٦٣٠	٦٢١	٦٠٠	٢٤٦١	٦١٥	٣٠
المجموع							٧١٨٩	٧٤٦

الوسط الكبير = $\frac{٧١٨٩}{١٢}$ = ٥٩٩

المدى المتوسط = $\frac{٧٤٦}{١٢}$ = ٦٢٫١٦

الحد الادنى للمدى = ٦٢٫١٦ × صفر = صفر

الحد الاعلى للمدى = ٦٢٫١٦ × ٢٫٢٨ = ١٤١٫٧٢

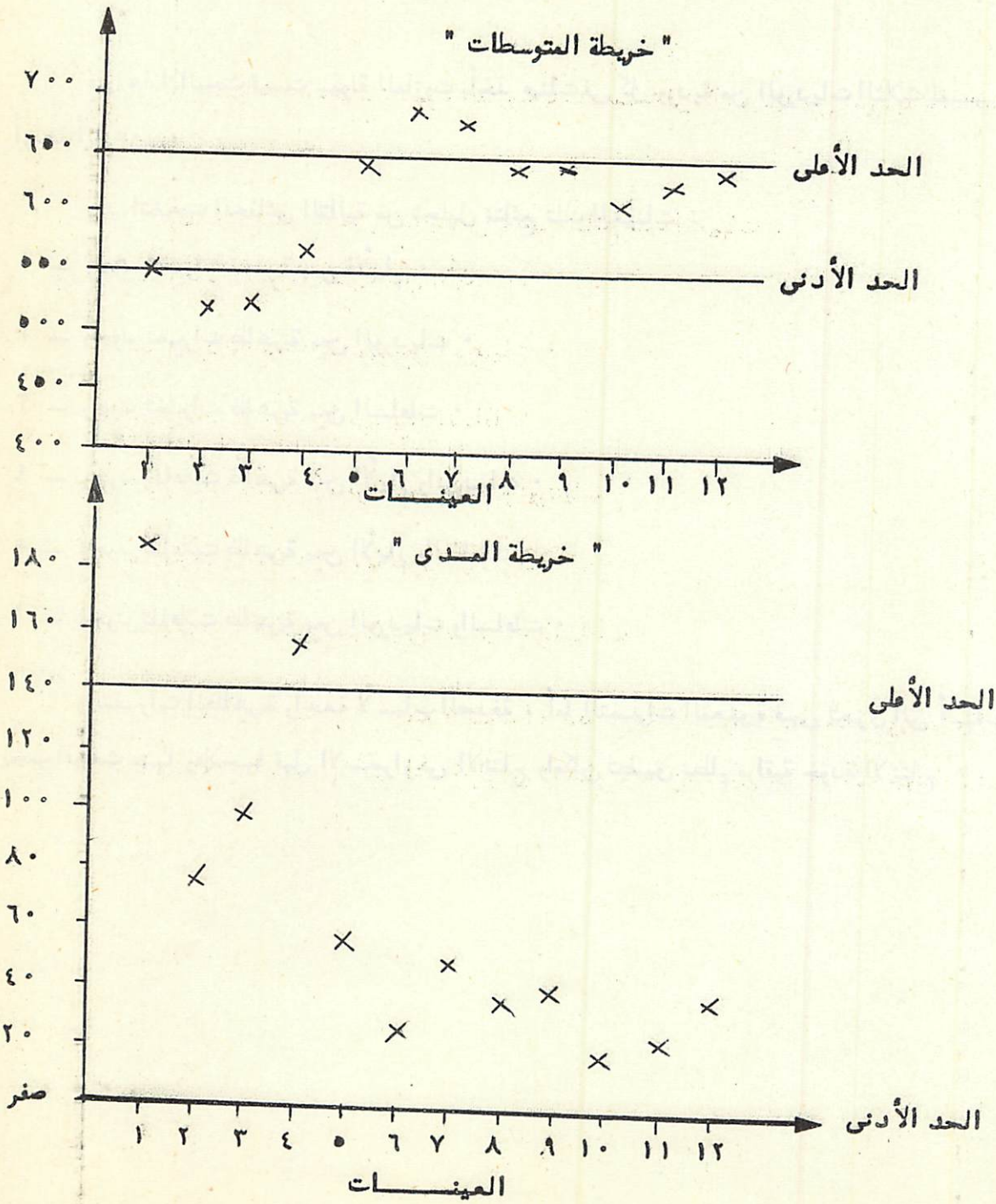
الحد الادنى للاوساط = ٥٩٩ − (٦٢٫١٦ × ٠٫٧٣) = ٥٩٩ − ٤٥٫٣٨ = ٥٥٣٫٦٢

الحد الاعلى للاوساط = ٥٩٩ + (٦٢٫١٦ × ٠٫٧٣) = ٥٩٩ + ٤٥٫٣٨ = ٦٤٤٫٣٨

الحد الأدنى للمفردات = ٥٩٩ ـ (١٦ر٦٢ × ١ر٤٦) = ٥٩٩ ـ ٩٠ر٧٥ = ٥٠٨ر٢٥

الحد الاعلى للمفردات = ٥٩٩ + (١٦ر٦٢ × ١ر٤٦) = ٥٩٩ + ٩٠ر٧٥ = ٦٨٩ر٧٥

ويتضح من ذلك أن خمسة عينات أوساطها تخرج عن الحدين الأدنى والأعلى ، وعينتان فقط يخرج مدى كل منهما عن الحدين الأعلى والأدنى (كما فى الشكل الآتى) .



ملخص النتائج

فى هذا البحث قيست سيولة المازوت بأخذ عينات فى كل وردية من الورديات الثلاث لمدة أربعة أيام .

وقد اتضحت الحقائق التالية من تحليل نتائج تلك العينات :

١ — وجود تغيرات معنوية بين الأيام .

٢ — وجود تغيرات ظاهرية بين الورديات .

٣ — وجود تغيرات ظاهرية بين الساعات .

٤ — وجود تفاعلات ظاهرية بين الأيام والورديات .

٥ — وجود تفاعلات ظاهرية بين الأيام والساعات .

٦ — وجود تفاعلات ظاهرية بين الورديات والساعات .

والتغيرات الظاهرية راجعة لأسباب الصدفة ، أما التغيرات المعنوية فهى تعزى الى أسباب يجب البحث عنها وعلاجها قبل الاستمرار فى الانتاج وامكان تطبيق نظام مراقبة جودة الانتاج .