



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده علوم ریاضی

کنترل کیفیت آماری

پروژه کارشناسی آمار

معصومه جلیلی

استاد راهنما

دکتر علی شاهنده (دانشکده صنایع) و دکتر مریم کلکین نما



# فهرست مطالب

صفحه

عنوان

|    |   |
|----|---|
| ۰  | چکیده   |
| ۰  | مقدمه   |
| ۱  | ۱- فصل اول                                    |
| ۲  | ۱-۱ تعاریف و مفاهیم مقدماتی                   |
| ۴  | ۱-۲ معرفی واحد صنعتی                          |
| ۵  | ۱-۳ معرفی محصولات مورد بررسی                  |
| ۶  | ۱-۲-۱ معرفی کنسرو لوبیا چیتی                  |
| ۶  | ۱-۲-۲ معرفی سس ۸۸ گرمی                        |
| ۶  | ۱-۲-۳ معرفی خیارشور شیشه‌ای                   |
| ۷  | ۱-۴ معرفی کلی فرآیند تولید                    |
| ۸  | ۱-۵ برگ مسیر تولید (Route Sheet)              |
| ۹  | ۱-۹ کنترل نهایی کیفیت و بازرسی محصول          |
| ۱۱ | ۲- فصل دوم: کنترل کیفیت آماری و تحلیل داده‌ها |
| ۱۲ | ۲-۱ مشخصه‌های کیفی مورد بررسی                 |

- ۱-۱-۲ وزن محصول ..... ۱۲
- ۱-۲-۲ میزان نمک ..... ۱۲
- ۱-۳-۲ pH ..... ۱۲
- ۱-۴-۲ اسیدیته ..... ۱۲
- ۲-۲-۴ تجزیه و تحلیل علل بالقوه بروز عیوب حیاتی ..... ۱۳
- ۲-۳ محاسبات آماری و حدود کنترلی آزمایشی ..... ۱۷
- ۲-۴ تحلیل نمودارهای کنترلی ( $\bar{X} - S$ ) ..... ۱۹
- ۲-۴-۱ تحلیل نمودارهای کنترل خیارشور شیشه‌ای ..... ۱۹
- ۲-۴-۲ تحلیل نمودارهای کنترل سس ۸۸ گرمی ..... ۲۱
- ۲-۴-۳ تحلیل نمودارهای کنترل کنسرو لوبیا چیتی ..... ۲۶
- ۲-۵ مقایسه حدود کنترلی با حدود فنی (تلرانس‌ها) ..... ۲۷
- ۲-۵-۱ تحلیل انحراف از مقادیر هدف و محاسبه ضایعات مالی (سس ۸۸ گرمی) ..... ۲۸
- ۲-۶ بررسی نرمال بودن داده‌ها و رسم هیستوگرام ..... ۲۸
- ۲-۶-۱ آزمون نرمال بودن مشخصه وزن سس ۸۸ گرمی ..... ۲۹
- ۲-۶-۲ آزمون نرمال بودن مشخصات خیارشور و لوبیا ..... ۳۲
- ۲-۷ مفاهیم شاخص‌های قابلیت فرآیند ( $C_{pk}$  و  $C_p$ ) ..... ۳۷

فصل چهارم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات اجرایی ..... ۳۹

۴-۱. تحلیل جامع نتایج آماری و فنی ..... ۳۹

۴-۲. اقدامات اصلاحی و پیشنهادات جهت تنظیم ماشین‌آلات پرکن ..... ۴۰

۳-۲ نتیجه‌گیری ..... ۴۰

۲-۴ منابع ..... ۴۶

### فهرست جداول

عنوان ..... صفحه

شکل (۱): برگ مسیر تولید فرآیند تولید محصول (خیارشور شیشه‌ای ۶۸۰ گرمی) ..... ۹

شکل (۲): برگه مسیر تولید سس ۸۸ گرمی ..... ۱۰

شکل (۳): برگه مسیر تولید خیار شور ۶۸۰ گرمی ..... ۱۰

شکل (۴): اطلاعات عیوب ..... ۱۴

شکل (۵): داده‌های نمونه‌گیری خیارشور قلمی جهت محاسبات حدود کنترل ..... ۱۷

### فهرست نمودارها

شکل (۶): نمودارهای کنترل  $\bar{X} - S$  وزن خیارشور ..... ۱۹

شکل (۷): نمودارهای کنترل  $\bar{X} - S$  اسیدیته، نمک و  $pH$  خیارشور ..... ۲۲

شکل (۸): مقایسه حدود کنترلی و فنی وزن لوبیا ..... ۲۳

شکل (۹): نمودارهای کنترل  $\bar{X} - S$  نمک و  $pH$  لوبیا ..... ۲۴

شکل (۱۰): نمودار کنترل  $\bar{X} - S$  برای  $pH$  خیارشور..... ۲۵

شکل (۱۱): نمودار کنترل  $\bar{X} - S$  وزن کنسرو لوبیا..... ۲۶

شکل (۱۲): نمودار کنترل  $\bar{X} - S$  نمک کنسرو لوبیا ..... ۲۷

شکل (۱۳): نمودار کنترل  $\bar{X} - S$  برای  $pH$  کنسرو لوبیا..... ۳۱

شکل (۱۴): نمودار کنترل  $\bar{X} - S$  سس ۸۸ گرم..... ۳۵

شکل (۱۵): نمودار کنترل  $\bar{X} - S$  اسیدپسته سس ۸۸ گرم..... ۳۹

## چکیده

در این گزارش، وضعیت کنترل کیفیت آماری در خطوط تولید شرکت صنایع غذایی اصالت شامل کنسرو لوبیا چیتی، سس ۸۸ گرمی و خیارشور شیشه‌ای مورد بررسی قرار گرفته است. تحلیل‌ها بر اساس داده‌های واقعی تولید و با استفاده از روش‌های کنترل فرآیند آماری (SPC) انجام شده و ابزارهایی نظیر نمودارهای کنترلی  $\bar{X}$ -S، نمودار پارتو، هیستوگرام، نمودار نرمال و مقایسه حدود کنترلی با حدود فنی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. نتایج حاصل نشان می‌دهد که در برخی از فرآیندها، اگرچه وضعیت آماری در محدوده کنترل قرار دارد، اما از نظر فنی انحراف معناداری مشاهده می‌شود. به‌ویژه در مشخصه وزن محصولات، موارد اضافه‌وزنی و کم‌وزنی سیستماتیک شناسایی شده است که منجر به تحمیل زیان‌های مالی قابل توجه در مقیاس ماهانه می‌گردد. بررسی توزیع داده‌ها نیز نشان می‌دهد که در برخی خطوط، نوسانات بالا و عدم نرمال بودن داده‌ها وجود دارد که بیانگر ضعف در یکنواختی فرآیند تولید است.

در پایان، با تحلیل هم‌زمان نتایج آماری و فنی، نقاط بحرانی فرآیند مشخص شده و راهکارهایی جهت کاهش نوسانات، تنظیم فرآیند پرکنی، بهبود قابلیت فرآیند و کاهش ضایعات مالی ارائه گردیده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که پایش مستمر فرآیندها با استفاده از ابزارهای کنترل کیفیت آماری نقش مؤثری در بهبود کیفیت محصولات و کاهش هزینه‌های ناشی از انحرافات تولید ایفا می‌کند.

## مقدمه

صنایع غذایی به‌عنوان یکی از حساس‌ترین و راهبردی‌ترین بخش‌های تولیدی، همواره با چالش حفظ یکنواختی کیفیت محصولات، انطباق با حدود فنی تعریف‌شده و کاهش ضایعات اقتصادی مواجه است. در این صنایع، نوسانات فرآیندی در متغیرهای کیفی نظیر وزن، میزان نمک، pH و اسیدیته، حتی در مقادیر به‌ظاهر کوچک، می‌تواند در مقیاس تولید انبوه منجر به خسارات مالی قابل توجه، کاهش بهره‌وری و نارضایتی مصرف‌کنندگان شود. از این‌رو، پایش مستمر فرآیندهای تولید و شناسایی به‌موقع انحرافات، نقش اساسی در تضمین کیفیت و سودآوری واحدهای تولیدی ایفا می‌کند.

کنترل کیفیت آماری (Statistical Quality Control) و به‌طور خاص کنترل فرآیند آماری (Statistical Process Control – SPC)، یکی از مؤثرترین ابزارهای علمی برای تحلیل رفتار فرآیندهای تولیدی بر پایه داده‌های واقعی است. استفاده از نمودارهای کنترلی، تحلیل توزیع داده‌ها، آزمون‌های نرمال‌بودن و مقایسه حدود کنترلی با حدود فنی، امکان شناسایی نوسانات تصادفی و علل قابل انتساب را فراهم می‌سازد و زمینه تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد آماری را ایجاد می‌کند. با این حال، تجربه عملی در صنایع غذایی نشان می‌دهد که قرار داشتن یک فرآیند در وضعیت «کنترل آماری» لزوماً به معنای مطلوب بودن آن از نظر فنی و اقتصادی نیست.

مطالعات مروری انجام‌شده در حوزه کاربرد SPC در صنایع غذایی بیانگر آن است که بسیاری از واحدهای تولیدی، علی‌رغم پیاده‌سازی ابزارهای کنترل آماری، با مشکلاتی نظیر عدم انطباق میانگین فرآیند با حدود فنی، پراکندگی بالا و نادیده‌گرفتن اثرات اقتصادی انحرافات مواجه هستند. به‌ویژه در فرآیندهای پرکنی، اختلاف چند گرمی در وزن محصول، به دلیل حجم بالای تولید، می‌تواند به زیان‌های مالی سنگین در مقیاس ماهانه منجر شود. از این‌رو، تحلیل هم‌زمان وضعیت آماری فرآیند، حدود فنی و پیامدهای اقتصادی انحرافات، برای ارزیابی واقعی عملکرد خطوط تولید ضروری است.

در این گزارش، وضعیت کنترل کیفیت آماری سه خط تولید اصلی شرکت صنایع غذایی اصالت شامل کنسرو لوبیا چیتی، سس ۸۸ گرمی و خیارشور شیشه‌ای، بر اساس داده‌های واقعی جمع‌آوری شده از فرآیند تولید مورد بررسی قرار گرفته است. تحلیل‌ها با بهره‌گیری از نمودارهای کنترل  $\bar{X}-S$ ، هیستوگرام‌ها، نمودارهای نرمال، آزمون نرمال بودن داده‌ها و مقایسه دقیق حدود کنترلی با حدود فنی انجام شده است. تمرکز اصلی این مطالعه بر بررسی رفتار متغیرهای کیفی، به‌ویژه وزن محصول، و شناسایی انحرافات سیستماتیک فرآیند است.

نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که در برخی خطوط تولید، فرآیند از نظر آماری در وضعیت کنترل قرار دارد، اما میانگین وزن محصول به‌طور معناداری از مقدار اسمی و حدود فنی فاصله دارد. این وضعیت منجر به بروز اضافه‌وزنی یا کم‌وزنی سیستماتیک شده و زیان‌های مالی قابل توجهی را در مقیاس روزانه و ماهانه به واحد تولیدی تحمیل می‌کند. همچنین در برخی موارد، عدم نرمال بودن توزیع داده‌ها، چولگی توزیع و پراکندگی بالا، بیانگر ضعف در یکنواختی فرآیند و ضرورت اصلاح تنظیمات دستگاه‌های پرکن و روش‌های تولید است. در پایان، با تکیه بر نتایج تحلیل‌های آماری و مقایسه حدود کنترلی و فنی، پیشنهادهایی کاربردی با هدف کاهش نوسانات فرآیند، بهبود انطباق محصولات با مشخصات فنی و کاهش ضایعات اقتصادی ارائه می‌شود. این گزارش تلاش دارد نشان دهد که کنترل کیفیت آماری، زمانی بیشترین اثربخشی را خواهد داشت که علاوه بر پایداری آماری، به الزامات فنی و پیامدهای اقتصادی فرآیند نیز به‌صورت هم‌زمان توجه شود.

# بخش اول

در این فصل به تشریح مبانی نظری، ابزارهای تحلیلی و متدولوژی پیاده‌سازی کنترل فرآیند آماری (SPC) در محیط‌های تولیدی پرداخته می‌شود. شایان ذکر است که بخش قابل‌توجهی از مفاهیم و چارچوب‌های علمی ارائه شده در این فصل، بر پایه مراجع [۱]، [۲] و [۳] استوار است.

### ۲-۱ معرفی واحد صنعتی

شرکت صنایع غذایی اصالت یکی از واحدهای معتبر و با سابقه فعال در بخش تولید مواد غذایی کشور است که فعالیت خود را از سال ۱۳۵۹ آغاز نموده و طی بیش از چهار دهه تجربه، توانسته است جایگاه قابل‌توجهی در صنعت غذا به دست آورد. این شرکت با بهره‌گیری از تجهیزات مدرن، نیروی انسانی متخصص و رعایت استانداردهای ملی و بین‌المللی، در راستای تولید محصولات غذایی متنوع و با کیفیت تلاش می‌نماید.

اصالت با داشتن بیش از ۸۵ نوع محصول متنوع، یکی از برندهای شناخته‌شده در بازار داخلی به شمار می‌آید و فرآورده‌های این شرکت در دسته‌های مختلف از جمله انواع کنسروجات، سس‌ها، ترشی‌ها و شورها، مربا، رب گوجه‌فرنگی و رب انار، عرقیات سنتی، افشره‌ها (آبلیمو و آبغوره)، کشک و محصولات جانبی دیگر عرضه می‌شوند. محصولات این واحد صنعتی علاوه بر تأمین نیاز بازار داخلی، به کشورهای آسیایی، اروپایی و اقیانوسیه نیز صادر می‌گردند که نشان‌دهنده توان صادراتی و کیفیت رقابتی این برند است.

تعداد کارکنان شاغل در شرکت صنایع غذایی اصالت حدوداً ۴۰۰ نفر برآورد می‌شود، که این نیروی انسانی با تخصص و تجربه در بخش‌های تولید، کنترل کیفیت، تحقیق و توسعه و مدیریت، نقش مؤثری در بهبود و توسعه فرآیندهای تولید ایفا می‌نمایند .

در طول سال‌های فعالیت، شرکت اصالت موفق به کسب گواهینامه‌ها و تندیس‌های متعدد در صنعت غذایی شده است، از جمله گواهینامه ثبت برند در سال ۱۳۹۹، گواهینامه استاندارد در سال ۱۳۸۹، لوح تقدیر همکاری با سازمان‌های بهزیستی و خیریه، تندیس جشنواره ملی صنعت سلامت‌محور، تندیس اجلاس ملی چهره‌های ماندگار کارآفرینی و مدیریت، تندیس واحد برتر تحقیق و توسعه و سایر افتخاراتی که نشان‌دهنده تعهد این شرکت به کیفیت، نوآوری و توسعه پایدار در صنعت غذا می‌باشد .

مدیریت این شرکت با تمرکز بر توسعه سبد محصولات، بهبود کیفیت و رعایت اصول ایمنی غذایی، چشم‌انداز خود را تبدیل شدن به یکی از پیشگامان صنعت غذایی در سطح ملی و حضور اثرگذار در بازارهای بین‌المللی تعریف نموده است، که این امر با توجه به تنوع محصولات، توان صادرات و دریافت جوایز متعدد در طول زمان، در عمل نیز محقق شده است.

### ۳-۱ معرفی محصولات مورد بررسی

در این پژوهش، سه محصول منتخب از خطوط اصلی تولید شرکت صنایع غذایی اصالت به‌عنوان جامعه آماری مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. انتخاب این محصولات با توجه به حجم تولید بالا، حساسیت پارامترهای کیفی و اهمیت اقتصادی آن‌ها در سبد تولیدی شرکت انجام شده است. محصولات مورد بررسی شامل کنسرو لوبیا چیتی، سس ۸۸ گرمی و خیارشور شیشه‌ای می‌باشند که هر یک دارای ویژگی‌های فرآیندی و شاخص‌های کیفی متمایزی هستند و تحلیل آماری آن‌ها می‌تواند تصویری دقیق از عملکرد سیستم تولید ارائه نماید.

کنسرو لوبیا چیتی یکی از محصولات پرتیراژ این شرکت است که فرآیند تولید آن شامل مراحل آماده‌سازی ماده اولیه، شست‌وشو، خیساندن، پخت اولیه، پرکنی، افزودن سس، درب‌بندی، عملیات حرارتی (استریلیزاسیون)، سردسازی و بسته‌بندی نهایی می‌باشد. در این محصول، وزن خالص، میزان نمک، pH و یکنواختی پرکنی از جمله مشخصه‌های بحرانی کیفیت محسوب می‌شوند. با توجه به ماهیت فرآیند پرکنی و تأثیر مستقیم تنظیمات دستگاه بر مقدار ماده داخل قوطی، حتی اختلاف چند گرمی در وزن محصول می‌تواند در مقیاس تولید انبوه منجر به افزایش هزینه مواد اولیه یا بروز عدم انطباق با حدود فنی گردد.

سس ۸۸ گرمی به‌عنوان یکی از محصولات بسته‌بندی‌شده در اوزان پایین، از حساسیت بالایی نسبت به دقت سیستم توزین و پرکنی برخوردار است. فرآیند تولید این محصول شامل تهیه فرمولاسیون، اختلاط، همگن‌سازی، انتقال به مخزن پرکن، پرکنی در ظروف پلیمری، درب‌گذاری، لیبل‌زنی و بسته‌بندی می‌باشد. در این خط تولید، کنترل وزن خالص به‌عنوان مهم‌ترین شاخص کیفی مطرح است؛ زیرا کوچک‌ترین انحراف از مقدار هدف می‌تواند منجر به اضافه‌وزنی سیستماتیک و تحمیل زیان مالی قابل توجه، یا کم‌وزنی و بروز مغایرت با استانداردهای فنی شود. از منظر مهندسی صنایع، این خط تولید نمونه‌ای مناسب برای تحلیل قابلیت فرآیند و ارزیابی پایداری سیستم پرکنی محسوب می‌شود.

خيارشور شیشه‌ای نیز به‌عنوان محصولی با ویژگی‌های فیزیکی ناهمگن، از پیچیدگی بیشتری در فرآیند پرکنی برخوردار است. در این محصول، علاوه بر وزن خالص، نسبت ماده جامد به مایع، میزان نمک و pH از جمله پارامترهای کلیدی کیفیت محسوب می‌شوند. به دلیل ماهیت قطعه‌ای خیار و احتمال ایجاد پراکندگی در چینش داخل شیشه، توزیع وزن ممکن است از نرمال فاصله بگیرد و چولگی در داده‌ها مشاهده شود. این موضوع از دیدگاه آماری اهمیت ویژه‌ای داشته و تحلیل رفتار توزیع داده‌ها، نقش مهمی در ارزیابی یکنواختی فرآیند ایفا می‌کند.

انتخاب این سه محصول، امکان بررسی هم‌زمان فرآیندهای پیوسته و نیمه‌پیوسته، مواد با ماهیت همگن و ناهمگن، و همچنین تحلیل اثر تنظیمات دستگاه‌های پرکن بر شاخص‌های کیفی را فراهم می‌سازد. بدین ترتیب، مطالعه

حاضر تلاشی است در جهت تلفیق رویکرد مهندسی صنایع در بهینه‌سازی فرآیند با ابزارهای آماری کنترل کیفیت، به منظور ارزیابی پایداری، قابلیت و انطباق فنی خطوط تولید شرکت صنایع غذایی اصالت.

#### ۴-۱ معرفی کلی فرآیند تولید

فرآیند تولید محصولات مورد بررسی شامل سس ۸۸ گرمی، کنسرو لوبیا چیتی و خیارشور، نمونه‌ای از یک سیستم صنعتی پیوسته و کنترل شده است که هر محصول پارامترهای حیاتی خاص خود را دارد و تمامی مراحل تولید با دقت کنترل می‌شوند.

در تولید سس ۸۸ گرمی، مراحل اصلی شامل اختلاط مواد اولیه، پخت، هموژنیزاسیون و پرکنی است. دما و زمان پخت به منظور رسیدن محصول به غلظت و ویژگی‌های حسی استاندارد کنترل می‌شوند. همچنین، کنترل دقیق وزن در پرکن‌های اتوماتیک یکنواختی بسته‌بندی را تضمین می‌کند و هرگونه نوسان در دما یا فرآیند می‌تواند کیفیت و بهره‌وری را تحت تأثیر قرار دهد.

برای کنسرو لوبیا چیتی، فرآیند تولید شامل سورت و شست‌وشوی لوبیا، پیش‌پخت، آماده‌سازی سس، پرکنی در قوطی، استریلیزاسیون در اتوکلاو و بسته‌بندی نهایی است. دمای اتوکلاو و زمان استریلیزاسیون برای حذف میکروب‌ها و افزایش ماندگاری محصول حیاتی هستند. همچنین، مدیریت Batch های تولیدی و کنترل دقیق وزن پرکنی اطمینان می‌دهد که همه قوطی‌ها مطابق استاندارد تولید شوند.

در تولید خیارشور، پارامترهای کلیدی شامل شوری، اسیدیته و pH محلول نگهدارنده هستند. حفظ غلظت نمک و میزان اسید مناسب باعث جلوگیری از فساد و تثبیت طعم و بافت خیار می‌شود. عملیات بسته‌بندی و کنترل شرایط نگهداری محصول نیز برای تضمین کیفیت و ایمنی نهایی اهمیت دارد.

در مجموع، فرآیند تولید این محصولات نمونه‌ای از سیستم‌های صنعتی کنترل‌شده و منظم است که با کنترل دقیق پارامترهای حرارتی، شیمیایی و وزنی، کیفیت، یکنواختی و ایمنی محصول نهایی را تضمین می‌کند.



تصویر ۲) خط تولید سس



تصویر ۱) تولید کنسرو لوبیا

## ۵-۱ برگه مسیر تولید

در خط تولید شرکت صنایع غذایی اصالت برای محصولات منتخب، چند مرحله عملیاتی وجود دارد که باید در مسیر تولید هر محصول انجام شود و قبل از عملیات اصلی کنترل کیفیت و تنظیم ماشین‌آلات انجام می‌گیرد.

برای هر یک از محصولات (کنسرو لوبیا چیتی، سس ۸۸ گرمی و خیارشور شیشه‌ای) برگه مسیر تولید تهیه شده است در، جدول‌های زیر این اطلاعات برای هر محصول به تفکیک آورده شده است.

## شکل ۱) برگه مسیر تولید کنسرو لوبیا چیتی

| شماره عملیات | شرح عملیات                | نوع ماشین                     | تجهیزات جانبی       | زمان راه اندازی | زمان تولید | توضیحات                                       |
|--------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------|------------|---|
| 1            | مرتب‌سازی و شست‌وشو لوبیا | دستگاه سورتینگ + دستگاه شستشو | نازل شستشو، سبدها   | 0.1             | 0.7        | حذف سنگ و ضایعات قبل از پردازش                |
| 2            | خیساندن لوبیا             | تانک خیساندن دیگ پخت          | المنت حرارتی، همزن  | 0.1             | 1.5        | آماده‌سازی لوبیا برای پخت و افزایش کیفیت بافت |
| 3            | پخت و افزودن سس           | دیگ پخت بخار/پاتیل            | همزن                | 0.15            | 1          | اضافه کردن سس گوجه و ادویه پس از پخت اولیه    |
| 4            | استریل‌سازی (رتورت)       | دستگاه رتورت اتومات           | حسگر دما/فشار       | 0.3             | 1.2        | حذف میکروب‌ها و افزایش ماندگاری               |
| 5            | لیبل‌گذاری و بسته‌بندی    | خط بسته‌بندی                  | لیبل‌زن، کارتن‌گذار | 0.12            | 0.8        | برچسب و آماده‌سازی برای ارسال                 |

شکل ۱ مسیر تولید کنسرو لوبیا چیتی را نشان می‌دهد که اول لوبیا رو سنگریزه ها و ضایعاتش را حذف میکنند سپس لوبیا را جهت خیساندن در مخارن بزرگ میریزن که بعد از گذشت زمان مناسب لوبیا های خیسانده شده وارد نوار دوار میشود و اینجا دوباره سنگریزه ها و لوبیاهای خراب باقی مانده جدا میشود بعد وارد دستگاه دیگری میشوند جهت پخت اولیه و بعد از ان به کمک نیروی انسانی ضایعات باقی مانده رو تا حد امکان جداسازی میکنند و در مرحله بعدی به ان سس اضاف میشه و در بندی میشوند در این بخش

وارد اتوگلاو میشوند جهت پخت نهایی و استریل شدن و در اخر لیبل گذاری میشوند و بعد از گذراندن مدت زمان مشخصی(قرنطینه)وارد بازار میشوند.

## شکل ۲) برگه مسیر تولید سس ۸۸ گرمی

| شرکت اصالت                          | برگه مسیر تولید                    | تهیه شده توسط:     |                    |                 |            |   |
|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------|------------|---|
| کد محصول:                           | نام محصول: سس ۸۸ گرمی              | معصومه جلیلی       |                    |                 |            |   |
| تاریخ تولید: 1404.5.09 تا 1404.10.1 |                                    |                    |                    |                 |            |   |
| شماره عملیات                        | شرح عملیات                         | نوع ماشین          | تجهیزات جانبی      | زمان راه اندازی | زمان تولید | توضیحات   |
| 1                                   | آماده سازی و مخلوط کردن مواد اولیه | میکسر خط سس        | تیغه همزن          | 0.1             | 0.5        | ترکیب رب، ادویه، نمک و ... برای تولید سس        |
| 2                                   | پخت و همگن سازی                    | دیگ پخت / پاتیل سس | المنت حرارتی، همزن | 0.2             | 0.8        | پخت و کنترل ویسکوزیته محصول                     |
| 3                                   | پرکنی و بسته بندی                  | دستگاه پرکن سس     | نازل پرکن، درب بند | 0.15            | 0.6        | پر کردن ظروف، درب گذاری و آماده سازی برای خروجی |

شکل ۱ مسیر تولید سس ۸۸ گرم رو نشون میده که اول مواد توسط مهندسین صنایع غذایی درست شده و وارد کارخانه میشود و بعد از ان وارد دستگاه پرکنی میشود که بعد از پر شدن توسط نیروی انسانی چک میشوند و در اخرین مرحله لیبل گذاری میشوند و بعد از گذراندن مدت زمان قرنطینه وارد بازار میشوند.

### شکل ۳) برگه مسیر تولید خیار شور شیشه‌ای ۶۸۰

|                                     |                                     |                |
|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------|
| شرکت اصالت                          | برگه مسیر تولید                     | تهیه شده توسط: |
| کد محصول:                           | نام محصول: خیار شور شیشه‌ای ۶۸۰ گرم | معصومه جلیلی   |
| تاریخ تولید: 1404.5.09 تا 1404.10.1 |                                     |                |

| شماره عملیات | شرح عملیات                          | نوع ماشین    | تجهیزات جانبی        | زمان راه اندازی | زمان تولید | توضیحات  |
|--------------|-------------------------------------|--------------|----------------------|-----------------|------------|--|
| 1            | شست و شوی و آماده‌سازی دستگاه شستشو |              | نازل آب، سبد         | 0.1             | 0.4        | حذف خاک و آلودگی از خیارها                       |
| 2            | پرکردن خیار + مواد شور پرکن دواری   |              | نازل مایع            | 0.15            | 0.6        | قرار دادن خیار در شیشه و اضافه کردن محلول آب نمک |
| 3            | درب‌بندی و بسته‌بندی                | درب‌بند شیشه | سنبه درب، نوار نقاله | 0.1             | 0.5        | بسته‌شدن و آماده‌سازی خروجی                      |

شکل ۳ مراحل آماده‌سازی خیار شور را نشان می‌دهد که اول خیارها رو بر اساس سایز سورت میکنند و سپس شستشو و آماده میکنند سپس توسط نیروی انسانی چک میشوند و وارد شیشه‌ها میشوند خیارها و موادی مثل سیر و سرکه و ترخون به آن اضافه میشوند و توسط نیروی انسانی دربندی میشود و استریل میشود و در نهایت لیبل گذاری میشوند و بعد از گذشتن مدت زمان قرنطینه وارد بازار میشوند.

## بخش دوم

### فصل دوم

پس از شناسایی فرآیندهای تولید، بررسی مراحل مونتاژ محصول در خطوط تولید کنسرو لوبیا چیتی، سس ۸۸ گرمی و خیارشور شیشه‌ای و ترسیم نمودارهای فرآیندی، در این بخش مشخصه‌های کیفی محصول نهایی که از دید کارشناسان کنترل کیفیت در صنایع غذایی حائز اهمیت هستند، مورد بررسی قرار می‌گیرند. این مشخصه‌ها به‌گونه‌ای انتخاب شده‌اند که مستقیماً بر کیفیت، ایمنی، قابلیت مصرف و پذیرش محصول توسط مصرف‌کننده تأثیرگذار باشند.

بر اساس الزامات فنی و استانداردهای کیفی خطوط تولید مواد غذایی، مشخصه‌های کیفی مورد بررسی در محصول نهایی شامل موارد زیر می‌باشند:

- وزن محصول نهایی

- میزان نمک

- pH محصول

- اسیدیته

این مشخصه‌ها به‌عنوان شاخص‌های کلیدی کیفیت، پس از تکمیل فرآیند تولید و مونتاژ محصول، مورد اندازه‌گیری و پایش قرار گرفته و مبنای ارزیابی وضعیت کنترل فرآیند و تصمیم‌گیری در خصوص پذیرش یا عدم پذیرش محصول نهایی محسوب می‌شوند.

به‌طور کلی، **عیوب محصول** بر اساس میزان اهمیت و تأثیر آن‌ها بر عملکرد، ایمنی و کیفیت نهایی محصول به سه دسته اصلی تقسیم می‌شوند:

### ۱. عیوب بحرانی (غیرقابل پذیرش)

این دسته از عیوب، ایمنی و قابلیت مصرف محصول را به‌طور جدی تحت تأثیر قرار می‌دهند و منجر به رد کامل محصول می‌شوند. از جمله این عیوب می‌توان به انحراف شدید pH از محدوده مجاز، اسیدیته نامناسب، یا کم‌وزنی و اضافه‌وزنی خارج از حدود فنی تعریف‌شده اشاره کرد که می‌توانند سلامت مصرف‌کننده یا اعتبار محصول را به خطر بیندازند.

### ۲. عیوب مهم (قابل اصلاح یا مشروط)

این عیوب، عملکرد مطلوب محصول را محدود کرده و می‌توانند بر کیفیت ادراک‌شده یا کارایی محصول اثر منفی بگذارند، اما در برخی موارد امکان اصلاح آن‌ها وجود دارد. به‌عنوان مثال، انحراف جزئی وزن محصول یا نوسانات

محدود در میزان نمک که با اقدامات اصلاحی قابل کنترل بوده و پس از اصلاح، امکان پذیرش محصول فراهم می‌شود.

### ۳. عیوب جزئی (قابل قبول)

این عیوب تأثیر معناداری بر عملکرد، ایمنی و کیفیت مصرف محصول ندارند و معمولاً جنبه ظاهری دارند. چنین عیوبی مانع از پذیرش محصول نهایی نمی‌شوند و محصول همچنان قابلیت عرضه به بازار را دارا می‌باشد.

در ادامه این فصل، عیوب مرتبط با هر یک از مشخصه‌های کیفی شناسایی شده، بر اساس میزان اهمیت طبقه‌بندی شده و با استفاده از ابزارهای آماری از جمله نمودار پارتو، عیب یا عیوب حیاتی هر خط تولید تعیین می‌شوند. سپس علل بالقوه بروز این عیوب شناسایی شده و در نهایت، مشخصه‌های کلیدی با استفاده از نمودارهای کنترلی  $\bar{X}-S$  مورد تحلیل و پایش قرار می‌گیرند.

شکل (۴) اطلاعات عیوب احتمالی شناسایی شده در محصول نهایی خطوط تولید صنایع غذایی

## شکل ۴) اطلاعات عیوب

| ردیف | عیب  | نوع عیب  | محل رخداد                     |
|------|--|----------|-------------------------------|
| 1    | انحراف وزن محصول از محدوده فنی (کم وزنی یا اضافه وزنی) | خیلی مهم | خط مونتاژ نهایی / دستگاه پرکن |
| 2    | عدم انطباق میزان نمک با حدود فنی تعریف شده             | خیلی مهم | مرحله اختلاط / محصول نهایی    |
| 3    | خروج pH محصول از محدوده مجاز                           | خیلی مهم | محصول نهایی                   |
| 4    | اسیدیته نامناسب و خارج از حدود فنی                     | خیلی مهم | محصول نهایی                   |
| 5    | نوسان زیاد وزن در نمونه های متوالی                     | مهم      | خط مونتاژ نهایی               |
| 6    | یکنواخت نبودن توزیع نمک در محصول                       | مهم      | مرحله اختلاط                  |
| 7    | ناپایداری pH در بیج های تولیدی                         | مهم      | محصول نهایی                   |
| 7    | ناپایداری pH در بیج های تولیدی                         | مهم      | محصول نهایی                   |
| 8    | انحراف جزئی اسیدیته از مقدار هدف                       | مهم      | محصول نهایی                   |
| 9    | اختلاف جزئی وزن نسبت به مقدار اسمی                     | جزئی     | خط مونتاژ نهایی               |
| 10   | تغییرات جزئی ظاهری بدون تأثیر بر کیفیت مصرف            | جزئی     | محصول نهایی                   |

شکل ۴ عیوب رو به سه دسته تقسیم کردم خیلی مهم، مهم و جزئی

## تحلیل کیفی عیوب شناسایی شده در خطوط تولید

در بررسی فرآیندهای تولید محصولات کنسرو لوبیا چیتی، سس ۸۸ گرمی و خیارشور شیشه‌ای شرکت صنایع غذایی اصالت، مجموعه‌ای از عیوب مرتبط با مشخصه‌های مختلف محصول نهایی شناسایی شد. این عیوب بر اساس محل وقوع در فرآیند تولید، نوع اثرگذاری بر کیفیت محصول و پیامدهای اقتصادی مورد تحلیل قرار گرفتند.

### عیب انحراف وزن محصول

مهم‌ترین و پرتکرارترین عیب مشاهده شده در هر سه خط تولید، انحراف وزن محصول از مقدار مورد انتظار است. این عیب در خطوط کنسرو لوبیا چیتی و سس ۸۸ گرمی به صورت اضافه‌وزنی سیستماتیک و در خط خیارشور شیشه‌ای به صورت کم‌وزنی محسوس مشاهده شده است.

در خطوط تولید کنسرو لوبیا و سس ۸۸ گرمی، اضافه‌وزنی محصول عمدتاً ناشی از تنظیم نامناسب دستگاه‌های پرکن، عدم کالیبراسیون دقیق تجهیزات و ایجاد حاشیه اطمینان بیش از حد توسط اپراتور برای جلوگیری از کم‌وزنی است. در این شرایط، اگرچه محصول از نظر ظاهری مردود نمی‌شود، اما مصرف مواد اولیه بیش از مقدار اسمی صورت می‌گیرد که در تیراژ بالای تولید، منجر به تحمیل ضایعات مالی قابل توجه در مقیاس ماهانه می‌گردد.

در خط تولید خیارشور شیشه‌ای، عیب وزن به صورت کم‌وزنی مشاهده شده است. این مسئله عمدتاً به روش چینش خیار در شیشه‌ها، عدم یکنواختی ابعاد خیارها و کنترل ناکافی فرآیند پرکردن مربوط می‌شود. کم‌وزنی محصول علاوه بر زیان اقتصادی مستقیم، می‌تواند موجب نارضایتی مصرف‌کننده، کاهش کیفیت ادراک شده محصول و آسیب به اعتبار برند گردد.

با توجه به تکرار بالای این عیب، تأثیر مستقیم آن بر هزینه‌های تولید و رضایت مشتری، عیب وزن محصول به عنوان بحرانی‌ترین عیب فرآیند تولید شناسایی می‌شود.

سایر عیوب شناسایی شده

در کنار عیب وزن، نوساناتی در مشخصه‌های شیمیایی محصول شامل میزان نمک، pH و اسیدیته مشاهده شده است. این عیوب عمدتاً به مراحل اختلاط مواد اولیه، تنظیم فرمولاسیون و شرایط فرآیندی مربوط می‌شوند. اگرچه این نوسانات در اغلب موارد منجر به رد محصول نمی‌شوند، اما در صورت عدم کنترل می‌توانند بر **طعم**، **یکنواختی کیفیت و ماندگاری محصول** تأثیرگذار باشند. از نظر اقتصادی، اثر این عیوب در مقایسه با عیوب وزنی، در اولویت پایین‌تری قرار دارد.

### جمع‌بندی کیفی عیوب

نتایج تحلیل کیفی نشان می‌دهد که:

- عیوب مرتبط با وزن محصول مستقیماً به تنظیمات تجهیزات و شیوه انجام فرآیند وابسته هستند.
- این عیوب به صورت گسترده در فرآیند تکرار می‌شوند.
- پیامدهای اقتصادی آن‌ها، در مقایسه با سایر عیوب شناسایی شده، بسیار قابل توجه‌تر است.

### گذار به تحلیل اولویت‌بندی عیوب

با توجه به تعدد عیوب شناسایی شده و تفاوت آن‌ها از نظر میزان اثرگذاری اقتصادی، ضروری است عیوب به صورت اولویت‌بندی شده مورد بررسی قرار گیرند. به همین منظور، در گام بعدی از **نمودار پارتو** استفاده می‌شود تا عیوبی که بیشترین سهم را در ارزش ریالی ضایعات دارند شناسایی شوند. این تحلیل، مبنایی برای تمرکز اقدامات اصلاحی بر عیوب حیاتی و کاهش مؤثر ضایعات مالی فراهم می‌سازد.

## داده های نمونه گیری خیار شور قلمی :

شکل ۵) داده های نمونه گیری خیارشور قلمی

| اصالت | حدود مشخصه |           | چارت کنترلی $\bar{X},s$                     |       |       |       |       |           |      |
|-------|------------|-----------|---|-------|-------|-------|-------|-----------|------|
|       | usl=       | lsl=      | مشخصه های مورد بررسی: وزن، نمک، اسیدیته، ph |       |       |       |       |           |      |
|       | 661.71     | 643.96    | نمونه                                       |       |       |       |       | تاریخ     | ردیف |
| R     | s          | $\bar{x}$ | 5   | 4     | 3     | 2     | 1     |           |      |
| 19.4  | 7.52       | 663.7     | 651.5                                       | 667.3 | 662   | 666.8 | 670.9 | 1404.5.15 | 1    |
| 19.6  | 7.84       | 663.42    | 650.3                                       | 666.9 | 669.9 | 662.3 | 667.7 | 1404.5.16 | 2    |
| 26.9  | 11.08      | 667.18    | 647.7                                       | 671.8 | 672.9 | 674.6 | 668.9 | 1404.5.17 | 3    |
| 28.2  | 10.45      | 659.2     | 643.4                                       | 658.4 | 671.6 | 659   | 663.6 | 1404.5.18 | 4    |
| 30.9  | 13.1629    | 661.68    | 643.2                                       | 674.1 | 666.4 | 663   | 669.1 | 1404.5.19 | 5    |
| 31.8  | 13.629     | 659.82    | 639.4                                       | 666   | 667.4 | 666.5 | 671.2 | 1404.5.20 | 6    |
| 19    | 6.8325     | 659.38    | 650.2                                       | 666.4 | 659   | 661.9 | 669.2 | 1404.5.21 | 7    |
| 23.2  | 10.9756    | 661.05    | 644.8                                       | 668   | 664   | 667.4 | 665   | 1404.5.22 | 8    |
| 19.3  | 9.3534     | 663.9     | 649.9                                       | 669   | 667.7 | 669   | 669.2 | 1404.5.23 | 9    |
| 35.1  | 15.3708    | 662.48    | 641.9                                       | 677   | 660.2 | 670.8 | 665   | 1404.5.24 | 10   |
| 14.7  | 6.745      | 648.5     | 641.9                                       | 653.9 | 656.6 | 648.2 | 641.9 | 1404.6.20 | 11   |
| 26.8  | 10.4863    | 647.46    | 642.5                                       | 645.9 | 665.6 | 644.5 | 638.8 | 1404.6.21 | 12   |
| 10.7  | 5.1277     | 644.96    | 648.6                                       | 640.3 | 649.2 | 638.5 | 648.2 | 1404.6.22 | 13   |
| 17.2  | 6.3833     | 644.08    | 642.6                                       | 651.6 | 644.5 | 634.4 | 647.3 | 1404.6.23 | 14   |
| 12.4  | 4.918      | 648.62    | 645.1                                       | 649.1 | 651.3 | 642.6 | 655   | 1404.7.15 | 15   |
| 51.3  | 20.1295    | 636.74    | 639.2                                       | 647.4 | 653.4 | 641.6 | 602.1 | 1404.7.16 | 16   |
| 24.1  | 8.8434     | 651.6     | 651.2                                       | 655.7 | 662.8 | 649.6 | 638.7 | 1404.7.17 | 17   |
| 25.9  | 9.3977     | 643.88    | 645.6                                       | 655.2 | 646.7 | 642.6 | 629.3 | 1404.7.18 | 18   |
| 27.2  | 9.6355     | 653.04    | 653.4                                       | 652.1 | 666.6 | 639.4 | 653.7 | 1404.8.20 | 19   |
| 7.6   | 2.9057     | 649.66    | 650.7                                       | 645.4 | 650.9 | 653   | 648.3 | 1404.8.21 | 20   |
| 22.5  | 9.6656     | 645.04    | 649.8                                       | 646.5 | 650.4 | 650.5 | 628   | 1404.8.21 | 21   |
| 8.5   | 3.734      | 646.66    | 649   | 642.1 | 650.6 | 643.3 | 648.3 | 1404.9.15 | 22   |
| 11.2  | 4.4831     | 646.36    | 652.1                                       | 649.4 | 640.9 | 643.5 | 645.9 | 1404.9.16 | 23   |
| 28.9  | 11.75      | 652.24    | 659.4                                       | 646.3 | 646.2 | 669.1 | 640.2 | 1401.9.17 | 24   |
| 15.8  | 6.126      | 647.74    | 657   | 645.2 | 650.4 | 641.2 | 644.9 | 1404.9.18 | 25   |

شکل ۵ داده های مربوط به خیارشور قلمی هستند که طی ۳ ماه گرد آوری شده است.

محاسبات مربوط به حدود کنترلی آزمایشی شکل ۵ به شرح زیر می باشد :

$$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R} = 652,84 + (0,397 \times 22,328) = 661,71$$

$$CL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} = (\sum X_i) / 25 = 652,84$$

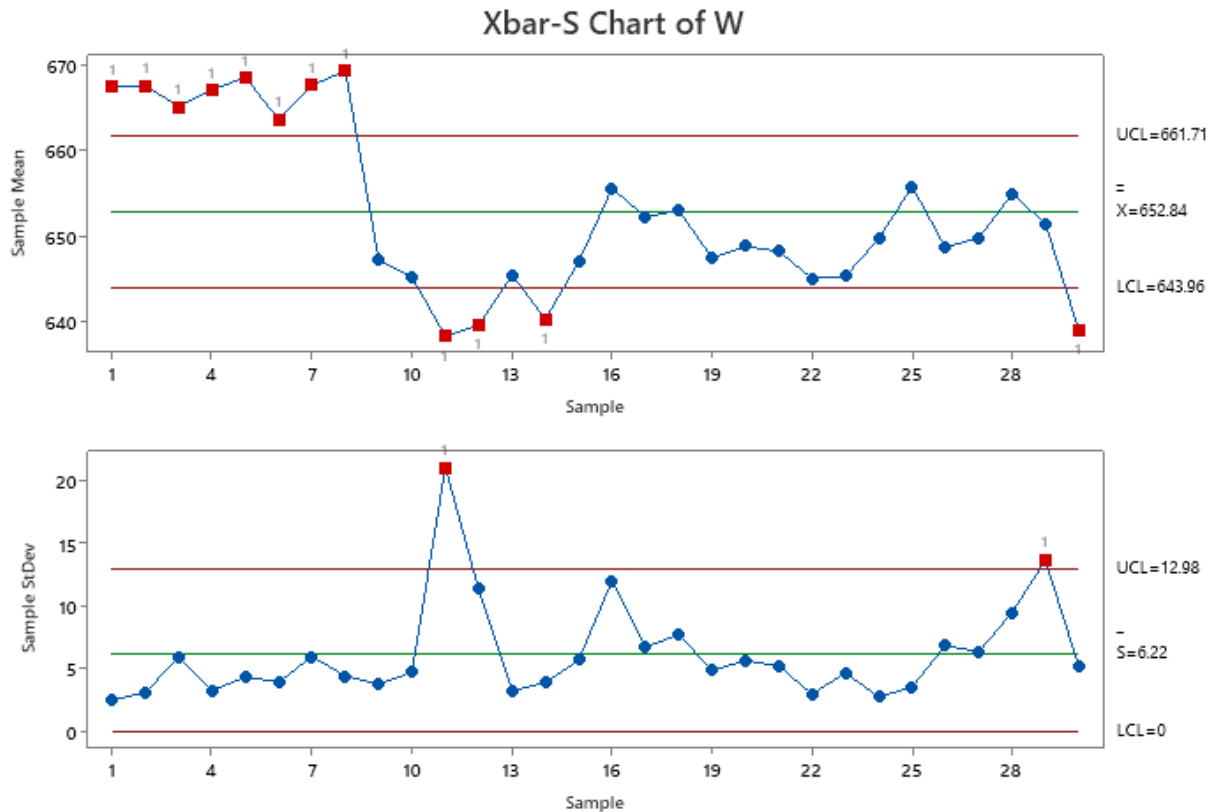
$$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R} = 652,84 - (0,397 \times 22,328) = 643,96$$

$$UCLs = B_4 \bar{S} = 2,089 \times 6,22 = 12,98$$

$$CL_S = \bar{S} = (\sum X_i) / 25 = 6,22$$

$$LCLs = B_3 \bar{S} = \cdot$$

چارت کنترلی  $\bar{X}-S$  مربوط به داده‌های ثبت شده با استفاده از نرم افزار Minitab در شکل ۶) چارت کنترلی  $\bar{X}-S$  ارائه شده است.



شکل ۶) نمودار کنترل خیار شور را نشان میدهد که طبق نمودارهای کنترلی  $\bar{X}-S$ ، فرآیند خارج از حدود کنترلی می‌باشد، چرا که تعداد ۱۲ تا از ۲۵ نقطه خارج از حدود کنترلی مشاهده می‌شود.

نمونه‌های (۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ و ۱۴ و ۱۶ و ۱۷ و ۱۸ و ۱۹ و ۲۰ و ۲۱ و ۲۲ و ۲۳ و ۲۴ و ۲۵ و ۲۶ و ۲۷ و ۲۸ و ۲۹ و ۳۰) این نقاط می‌توانند به دلایل مختلفی از جمله تغییر در شرایط فرآیند، خطای اپراتور، یا تغییر در مواد اولیه ایجاد شده باشند. بنابراین لازم است ابتدا این نقاط شناسایی و حذف گردند تا فرآیند به حالت پایدار برسد. پس از حذف این نقاط، نمودار کنترلی مجدداً رسم شده و حدود کنترلی جدید به دست می‌آید.

همچنین در نمودار S نیز حداقل یک نقطه بالاتر از حد کنترل بالایی (UCL) مشاهده می‌شود که بیانگر افزایش غیرعادی پراکندگی داده‌ها در آن زیرگروه خاص است. این موضوع می‌تواند ناشی از تغییرات ناگهانی در شرایط فرآیند، خطای اپراتور، یا تغییر در مواد اولیه باشد.

در ادامه، با حدود فنی مقایسه خواهیم کرد و سپس داده ۱۲ نمونه را که دلیل موجه دارند برای حذف حذفشون میکنیم

مقایسه ی حدود فنی و حدود کنترلی:

$$UCL_{\bar{x}} = 78.0$$

$$CL_{\bar{x}} = 76.5$$

$$ICL_{\bar{x}} = 75.0$$

بر اساس مقایسه حدود کنترلی با حدود فنی، میانگین وزن خیارشور حدود ۱۲,۱۶ گرم کمتر از حد فنی است. این مقدار کم‌وزنی نشان می‌دهد شیشه‌ها از وزن استاندارد تعریف‌شده توسط شرکت پایین‌تر هستند؛ بنابراین برای قرارگیری فرآیند در محدوده فنی، افزایش وزن پرشدن خیارشور ضروری است. این کمبود وزن می‌تواند در بلندمدت موجب نارضایتی مصرف‌کنندگان و کاهش کیفیت ادراک‌شده محصول شود.

**برآورد ضایعات مالی (ماهانه)**

| مقدار       | آیتم                               |
|-------------|------------------------------------|
| ۶۴,۰۶۸.۳۳۹۶ | تعداد شیشه تولید در روز            |
| ۳,۳۴۷.۳۹۰۷  | تعداد شیشه خارج از حدود فنی در روز |
| ۱۰۰,۴۲۲     | تعداد شیشه خارج از حدود فنی در ماه |

مقدار آیتم

۵.۵۲۳۱۹۴۶۶ هزینه ضایعات (تومان)

نتیجه مالی:

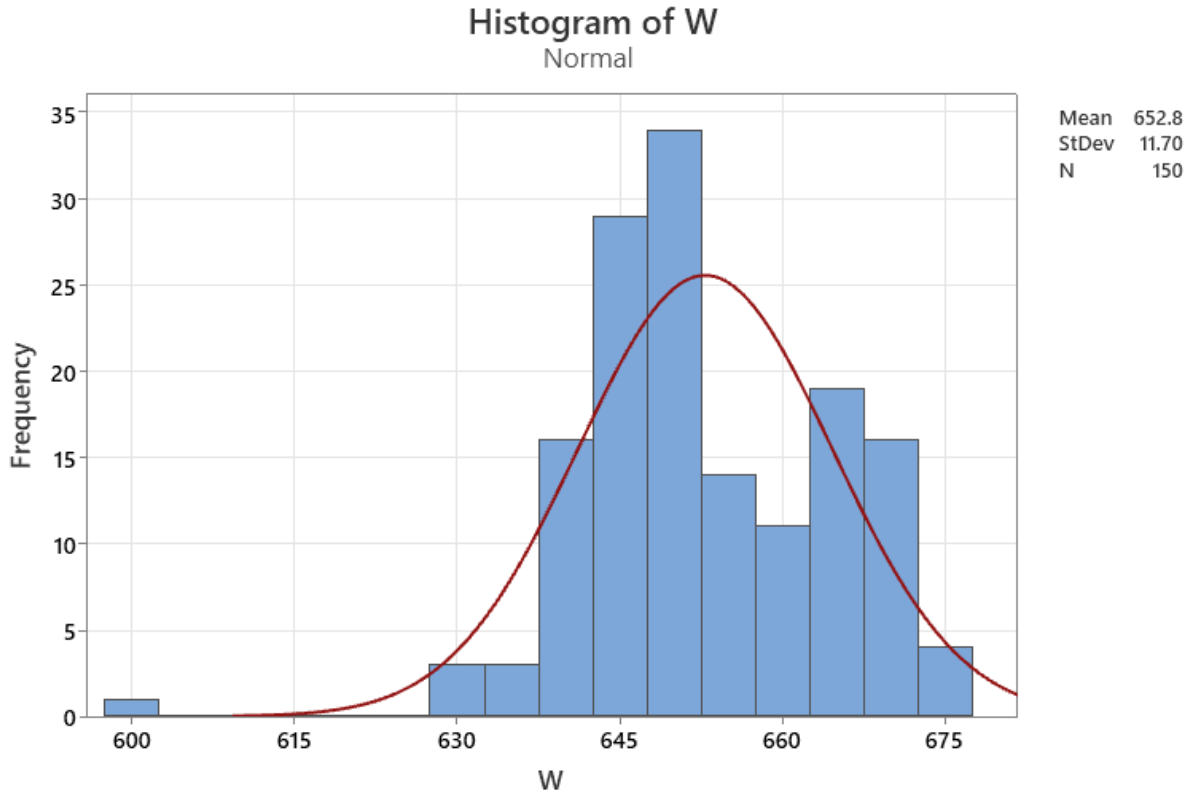
کم‌وزنی خیارشور باعث ایجاد بیش از ۵٫۵ میلیارد تومان زیان ماهانه می‌شود و لازم است فرآیند پرکردن و چینش خیارها در شیشه‌ها بازبینی و اصلاح شود.

### مقایسه حدود کنترل برای وزن خیارشور

رسم نمودار نرمال و بررسی هم‌زمان حدود کنترلی و حدود فنی نشان می‌دهد:

- توزیع وزن خیارشور چوله (Skewed) است.
- توزیع داده‌ها نرمال نیست.
- وزن‌ها با محدوده فنی هم‌پوشانی مناسبی ندارند.
- پراکندگی بالا و عدم یکنواختی محصول کاملاً مشهود است.

این موارد نشان می‌دهد که فرآیند تولید خیارشور علاوه بر کم‌وزنی، از نظر یکنواختی وزن نیز نیازمند اصلاح جدی است.



شکل ۷)

همانطور که میبینیم نه تنها در حدود نیست بلکه نمودار چوله است.

داده های مربوط به این نمونه را حذف نموده و محاسبات حدود کنترلی مجددا انجام میشود. محاسبات

حدود کنترلی جدید به شرح زیر است:

$$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R} = 651,77 + (0,397 \times 26,171) = 662,05$$

$$CL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} = (\sum X_i) / 25 = 651,66$$

$$ICL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R} = 651,66 - (0,397 \times 26,171) = 641,28$$

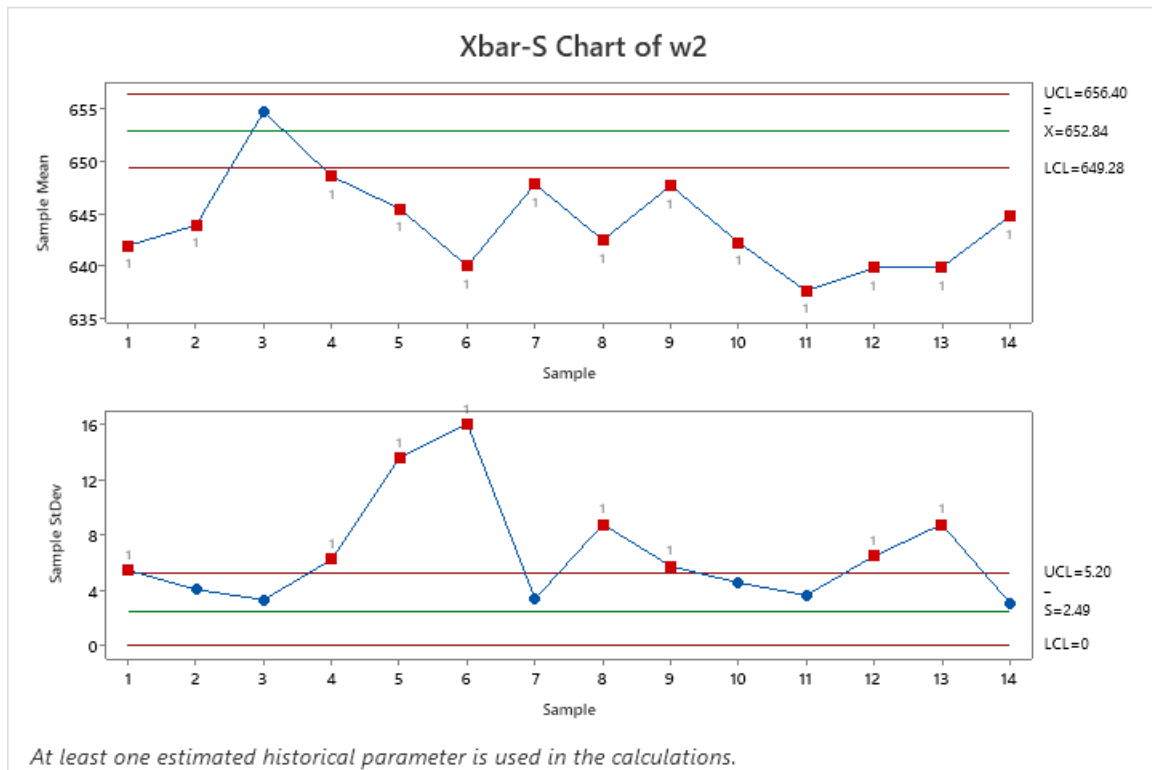
$$UCLs = B_4 \bar{S} = 2,089 \times 6,38 = 13,33$$

$$CL_S = \bar{S} = (\sum X_i) / 25 = 6,38$$

$$LCLs = B_3 \bar{S} = \cdot$$

نتیجه می‌گیریم که فرایند در سطح  $\bar{X} = 651,66$  و  $\bar{S} = 6,38$  تحت کنترل است. و محدودیت های کنترل تجدید نظر شده می‌توانند برای فاز نظارت اتخاذ شوند.

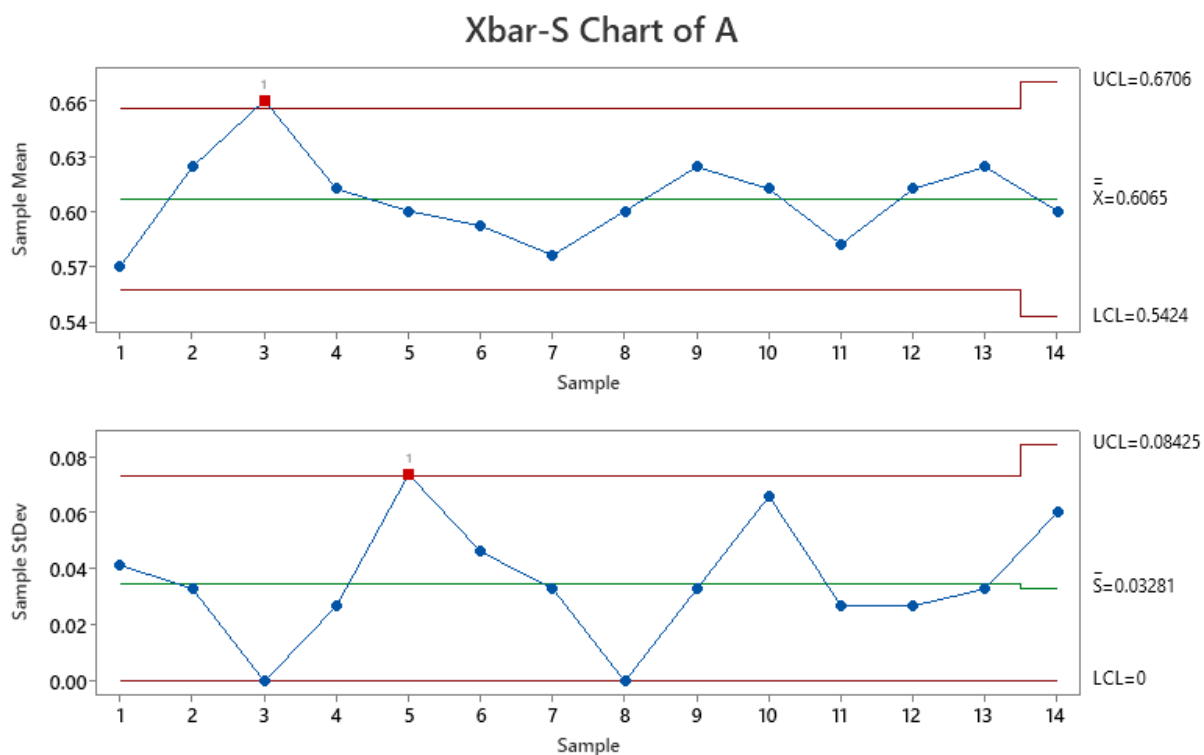
با این حال، به دلیل آن که شرکت صنایع غذایی اصالت اقدام اصلاحی مؤثری در جهت بهبود فرایند انجام نداده است، داده‌های جمع‌آوری شده در مراحل بعدی مجدداً رفتارپذیر مشابه داده‌های اولیه از خود نشان داده‌اند. می‌توانید این موضوع را در شکل زیر ببینید :



شکل ۸) نمودار حاصل از داده های جدید

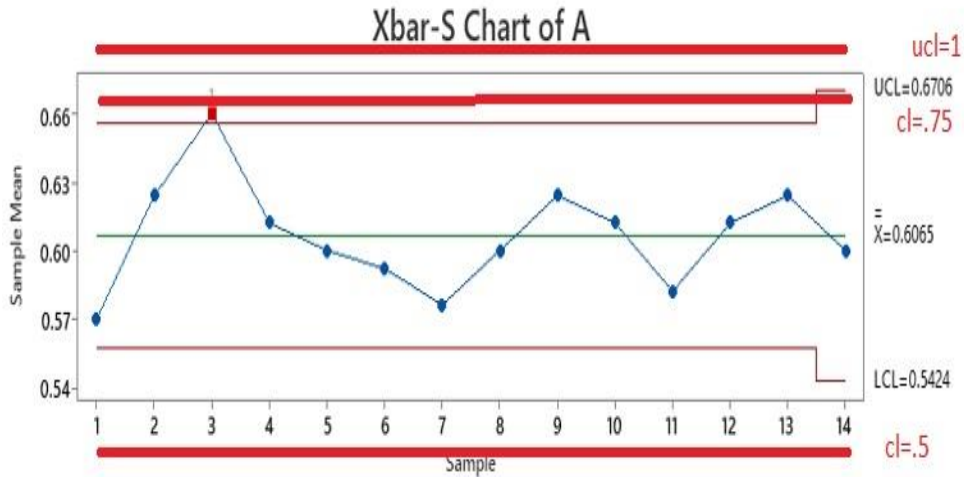
برای مشخصه‌های **pH**، **اسیدیته** و **میزان نمک** نیز تحلیل فرآیند با استفاده از نمودارهای کنترل آماری و مطابق با روش به کاررفته برای وزن محصول انجام شده است. به دلیل **محرمانگی اطلاعات تولید**، از ارائه داده‌های عددی و جداول خام خودداری شده و صرفاً نمودارهای کنترلی به عنوان مبنای تحلیل ارائه گردیده‌اند. این نمودارها امکان ارزیابی پایداری آماری فرآیند و انطباق آن با الزامات کیفی و فنی را فراهم نموده و مبنای قضاوت در خصوص وضعیت کنترل فرآیند قرار گرفته‌اند.

نمودارهای کنترل ایکس بار و اس برای اسیدیته خیار شور:



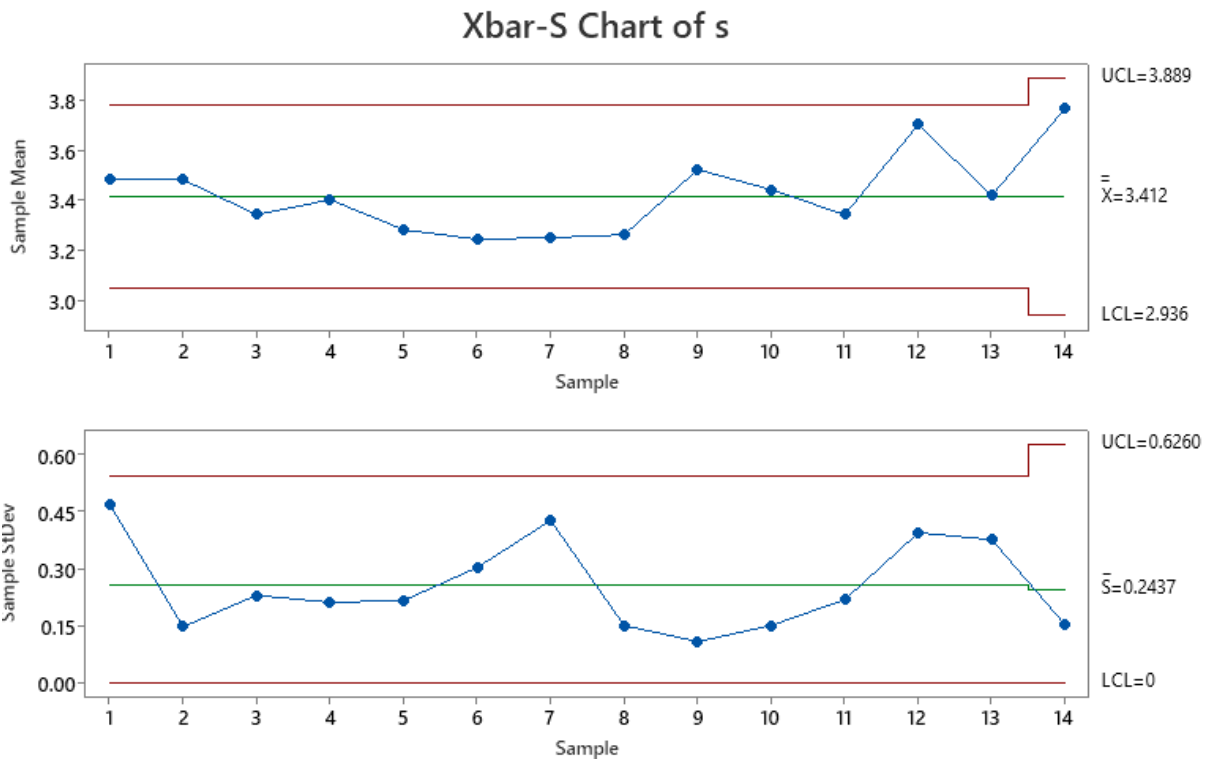
**شکل ۹)** همانگونه که مشاهده میکنیم اسیدیته خیارشور تقریباً در حدود کنترل قرار دارند

مقایسه حدود کنترل



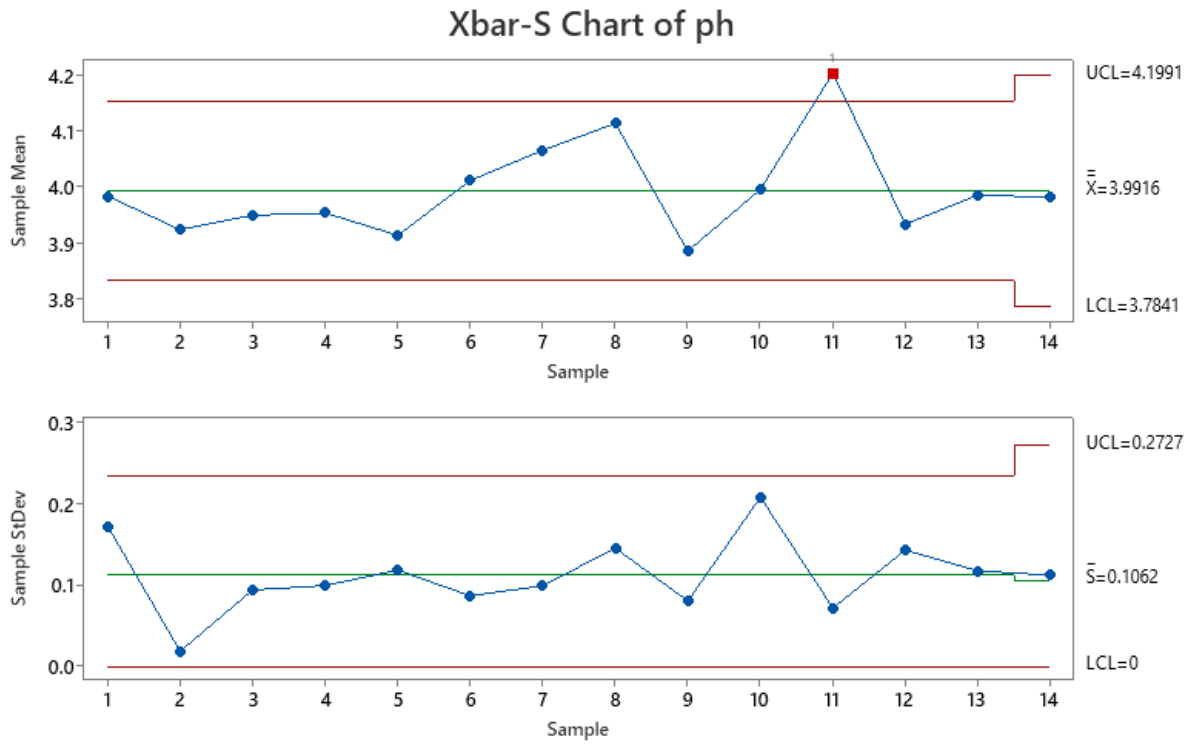
همونطور که میبینیم در تقریباً در حدود است .

نمودار های کنترل ایکس بار و اس برای نمک خیار شور:



شکل ۱۰) طبق نمودار بالا نمک خیار شور در حدود فنی قرار دارد.

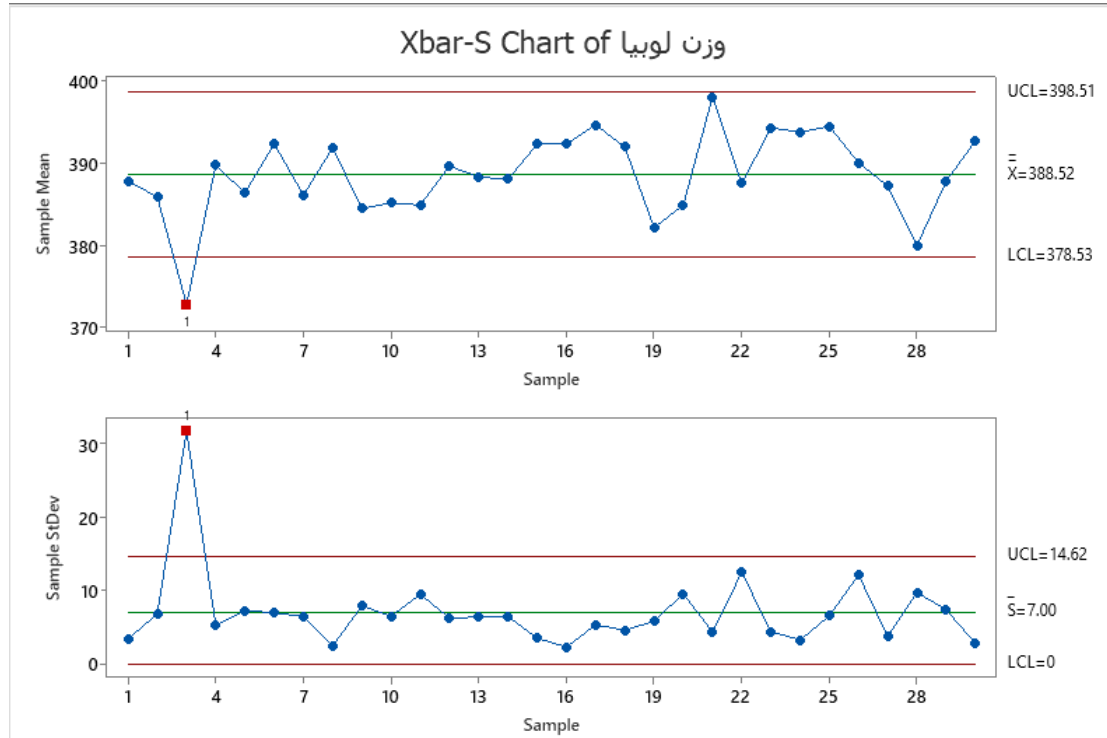
نمودار های کنترل ایکس بار و اس برای ph خیار شور:



شکل (۱۱) طبق نمودار پی اچ خیار شور در حدود فنی قرار دارد.

## خط تولید کنسرو لوبیا:

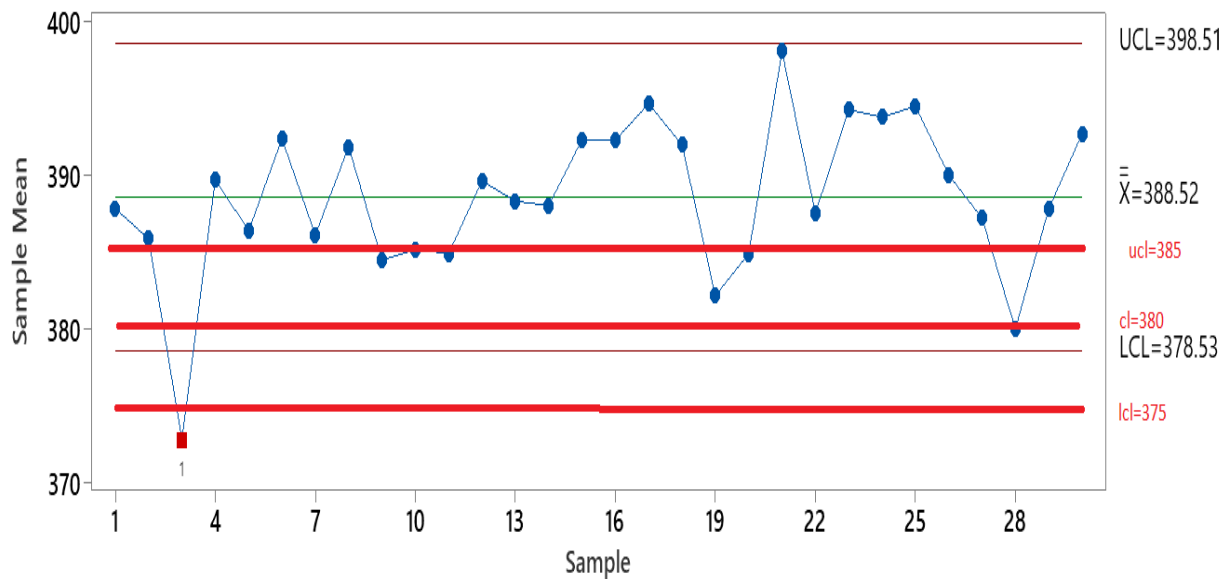
### ۱. نمودار Xbar-S وزن کنسرو لوبیا:



شکل ۱۲) وزن خیار شور تقریباً در حدود قرار دارد چون نقطه ۳ خارج حدود است.

مقایسه حدود کنترلی و فنی:

Xbar-S Chart of وزن لوبيا



حدود کنترلی و حدود فنی وزن کنسرو لوبيا:

| پارامتر         | UCL    | CL     | LCL    |
|-----------------|--------|--------|--------|
| <b>X-Bar</b>    | 398.51 | 388.52 | 378.53 |
| <b>S</b>        | 14.62  | 7.00   | 0.00   |
| <b>حدود فنی</b> | 385.00 | 380.00 | 375.00 |

مطابق مقایسه حدود کنترلی با حدود فنی، میانگین وزن کنسرو لوبيا به میزان ۸,۵۲ گرم بیش از مقدار مجاز است. این اختلاف، لزوم کاهش وزن پرشدن هر قوطی را برای قرارگیری فرآیند در محدوده فنی مورد انتظار شرکت نشان می دهد.

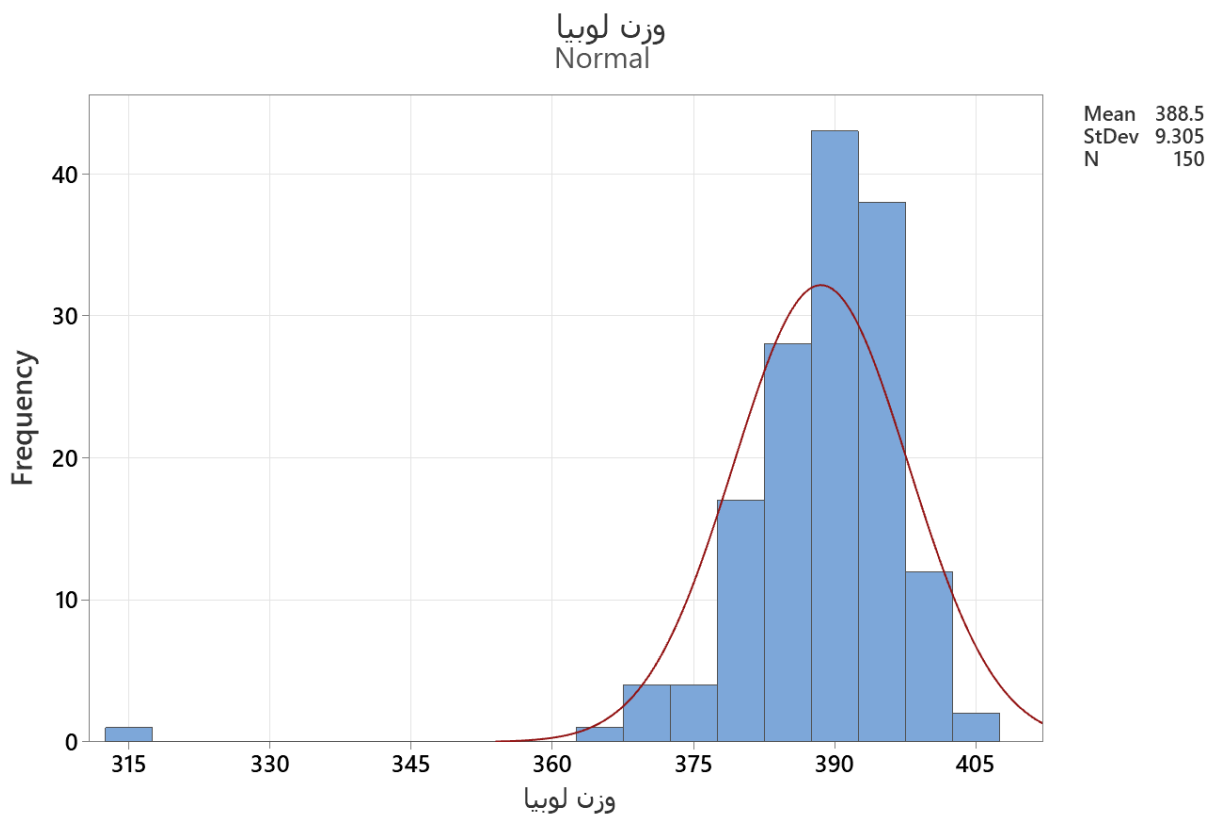
## برآورد ضایعات مالی ماهانه:

| مقدار   | آیتم                    |
|---------|-------------------------|
| ۵,۸۸۲,۳ | تعداد قوطی تولید در روز |
| ۷۵      | تعداد قوطی معیوب در روز |
| ۱,۱۲۵   | تعداد قوطی معیوب در ماه |

۷۸,۷۵۰,۰۰۰ هزینه ضایعات (تومان)

با رسم نمودار نرمال وزن کنسرو لوبیا و مقایسه هم‌زمان حدود کنترلی و حدود فنی، میزان انحراف میانگین وزن از محدوده مطلوب به صورت شفاف‌تر قابل مشاهده است و امکان تحلیل دقیق‌تر رفتار فرآیند فراهم می‌شود.

**تحلیل نمودارهای کنترل و نرمال‌بودن متغیرهای کنسرو لوبیا، سس ۸۸ گرم و خیارشور**



### نمودار نرمال حدود فنی

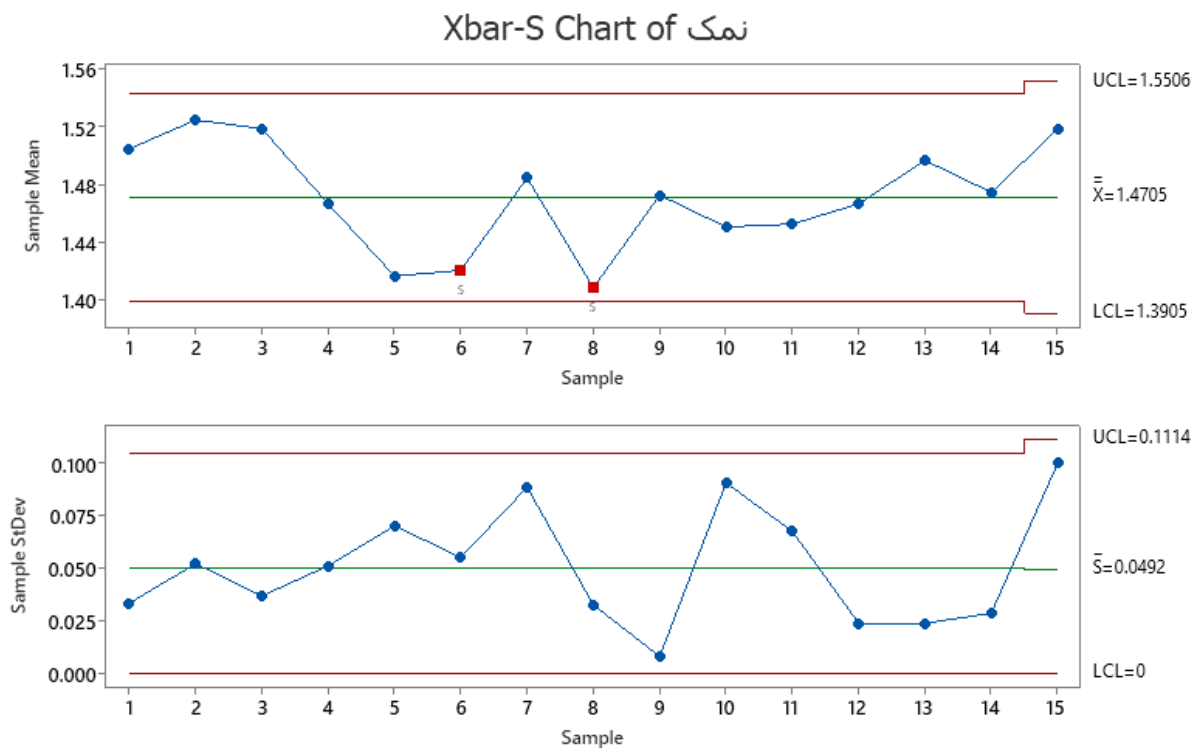
نمودار توزیع نرمال با میانگین ۳۸۰ و انحراف معیار ۱,۶۶ حدود استاندارد محصول را نمایش می‌دهد. مقایسه

این نمودار با نمودار واقعی وزن نشان می‌دهد:

- میانگین وزن واقعی حدود ۸,۵ گرم بیش از حد فنی است.
- انحراف معیار واقعی بسیار بزرگ‌تر از انحراف معیار استاندارد است، که نشان‌دهنده نوسان زیاد در فرآیند تولید می‌باشد.
- بخش بزرگی از توزیع وزن واقعی به سمت راست محدوده مطلوب انتقال یافته است.

این موارد تأیید می‌کنند که فرآیند از نظر آماری کنترل شده است، اما از نظر فنی خارج از محدوده مجاز می‌باشد.

## ۲. نمودار Xbar-S نمک کنسرو لوبیا:



شکل ۱۳) نمک کنسرو لوبیا تقریباً حدود است.

نتایج نمودار کنترل نمک نشان می‌دهد

۱-۲. میانگین: (Xbar)

• حدود کنترلی:

○ UCL = 1.5506

$$CL = 1.4705 \quad \circ$$

$$LCL = 1.3905 \quad \circ$$

- مقدار میانگین در اکثر نمونه‌ها در محدوده کنترل قرار دارد.
- چند نقطه پایین‌تر از حد CL مشاهده می‌شود، اما هنوز در محدوده کنترل هستند و به‌عنوان خروج از کنترل محسوب نمی‌شوند.
- فرآیند در محدوده فنی نمک قرار دارد.

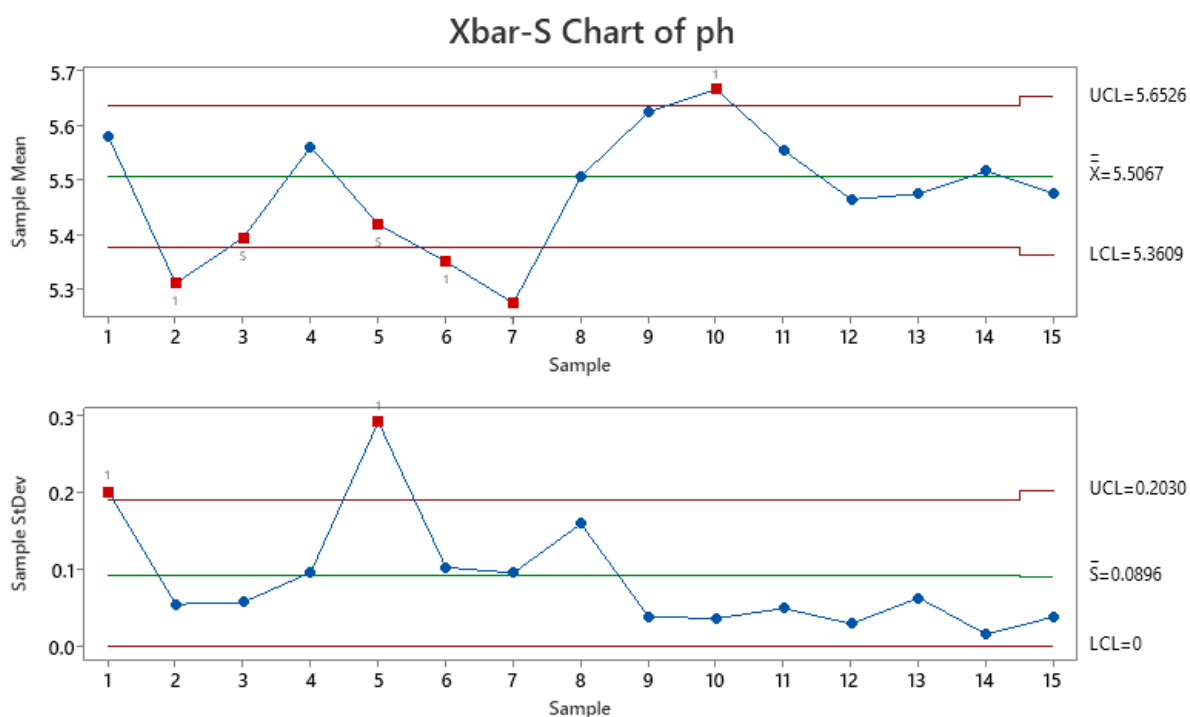
۲-۲. انحراف معیار: (S)

- مقدار S در تمامی نمونه‌ها کمتر از  $UCL = 0,1114$  است.
- ثبات فرآیند از نظر یکنواختی میزان نمک تأیید می‌شود.

نتیجه:

میزان نمک کنسرو لوبیا کاملاً در محدوده فنی و کنترلی قرار دارد و هیچ نیاز اصلاحی فوری مشاهده نمی‌شود.

### ۳. نمودار Xbar-S کنسرو لوبیا:



شکل ۱۴) پی اچ کنسرو لوبیا در حدود نیست. نقاط ۱، ۲، ۳، ۶، ۷، ۱۰ خارج از حدود اند.

۱-۳. میانگین: (Xbar)

• UCL = 5.6526

• CL = 5.5067

• LCL = 5.3609

• چند نقطه با مقدار pH پایین تر از CL و چند نقطه کمی بالاتر از CL وجود دارند، اما فقط نقطه شماره

۱۰ از حدود کنترلی خارج شده است.

• این نقطه می تواند ناشی از:

○ خطای نمونه برداری،

○ عدم یکنواختی مخلوط،

○ یا عدم تنظیم صحیح pH در یکی از بیچها باشد.

۲-۳. انحراف معیار: (S)

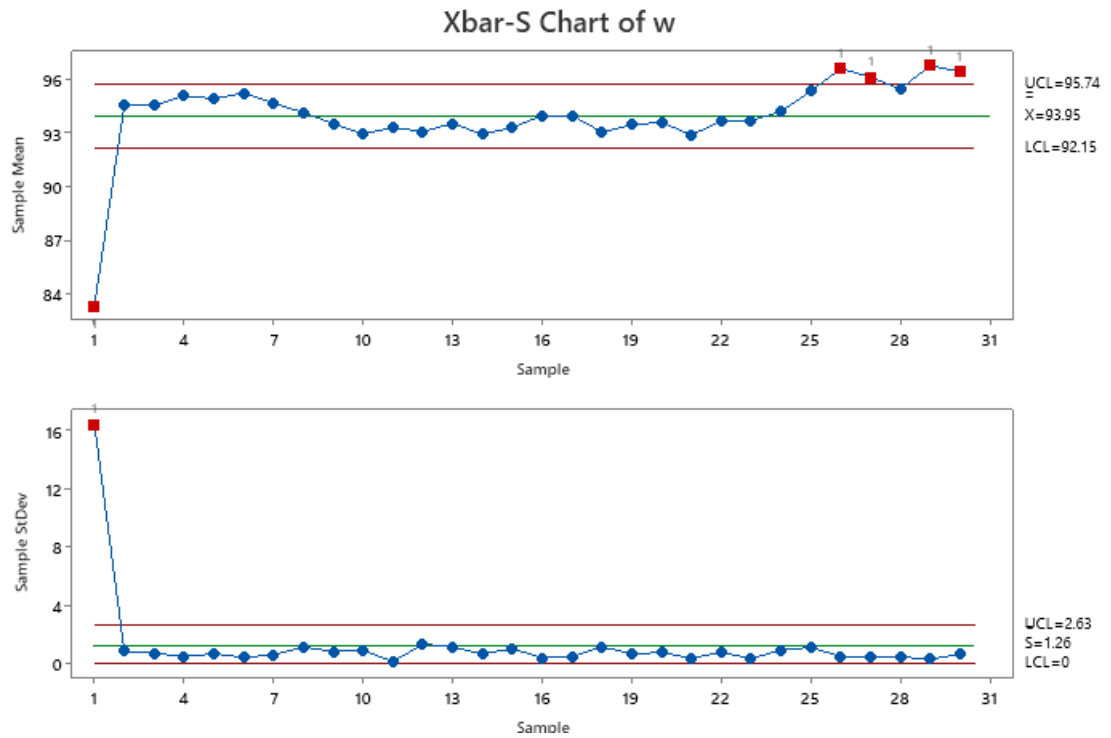
- نقطه شماره ۵ انحراف معیار بالایی دارد که ممکن است نشان‌دهنده ناهمگنی شدید ترکیب pH در آن نمونه باشد.
- مابقی نقاط در محدوده کنترل و پایدار هستند.

### نتیجه:

به جز یک نقطه خارج از کنترل، روند کلی pH لوبیا قابل قبول و در محدوده فنی است. توصیه می‌شود تنظیم‌کننده‌های pH و اختلاط اولیه مجدد کنترل شوند.

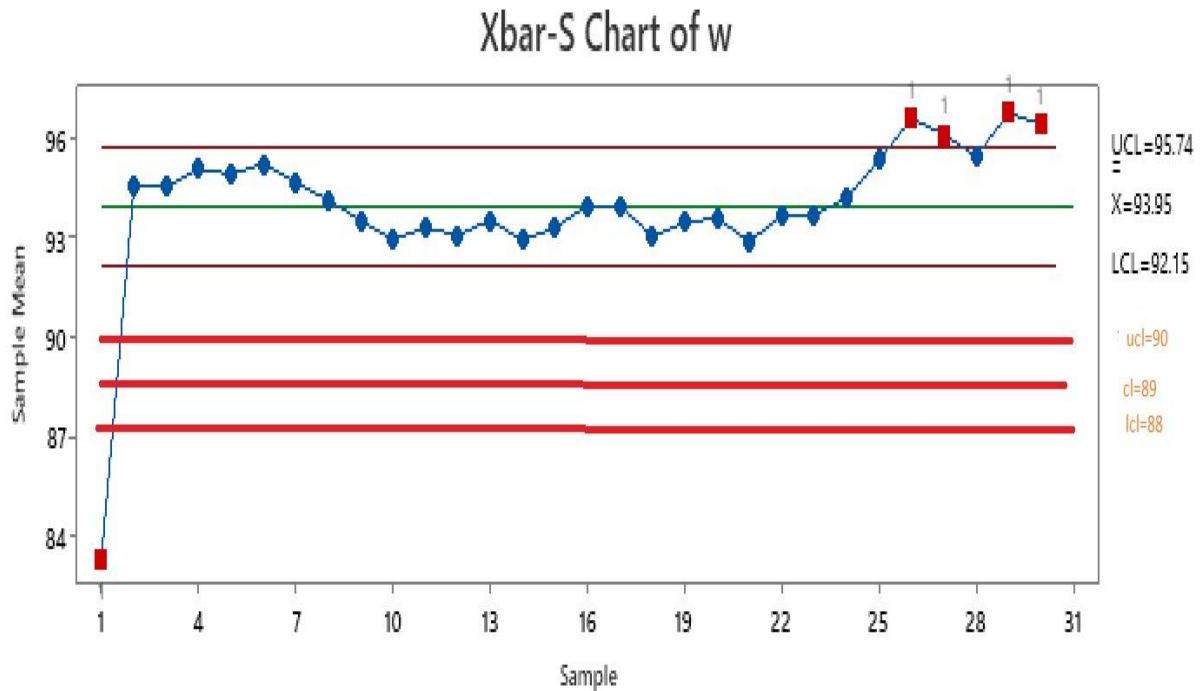
خط تولید سس ۸۸ گرم

نمودار Xbar-S سس ۸۸ گرم:



شکل ۱۵) نمودار سس ۸۸ گرم در حدود نیست. نقاط ۲۶، ۲۹، ۳۰، ۲۷ خارج از حدود اند.

مقایسه حدود کنترل:



جدول - حدود کنترلی و حدود فنی وزن سس ۸۸ گرم:

| پارامتر          | UCL   | CL    | LCL   |
|------------------|-------|-------|-------|
| X-Bar (وزن سس)   | 95.74 | 93.95 | 92.15 |
| S (انحراف معیار) | 5.87  | 3.58  | 0.00  |
| حدود فنی محصول   | 90    | 89    | 88    |

### تحلیل و نتیجه گیری

بر اساس مقایسه حدود کنترلی و حدود فنی، مشخص است که:

- میانگین واقعی وزن سس ۹۳,۹۵ گرم
- مقدار هدف شرکت (حد فنی میانی) ۸۹ گرم

بنابراین:

میانگین وزن سس ۴,۹۵ گرم بیش از حد مجاز است.

این اختلاف نشان می دهد که دستگاه پرکن در حال پرکردن بیش از مقدار استاندارد است و جهت قرارگیری در محدوده مورد انتظار شرکت، کاهش وزن پرشدن ضروری است. این اضافه وزن به ظاهر اندک، به دلیل حجم تولید بسیار بالا، باعث ضایعات مالی سنگینی می شود.

## برآورد ضایعات مالی ماهانه

| مقدار     | آیتم                               |
|-----------|------------------------------------|
| ۶۴,۰۶۸.۳۴ | تعداد شیشه تولید در روز            |
| ۳,۳۴۷.۳۹  | تعداد شیشه خارج از حدود فنی در روز |
| ۱۰۰,۴۲۲   | تعداد شیشه خارج از حدود فنی در ماه |

۵,۵۲۳,۱۹۴,۶۶۰ هزینه ضایعات (تومان)

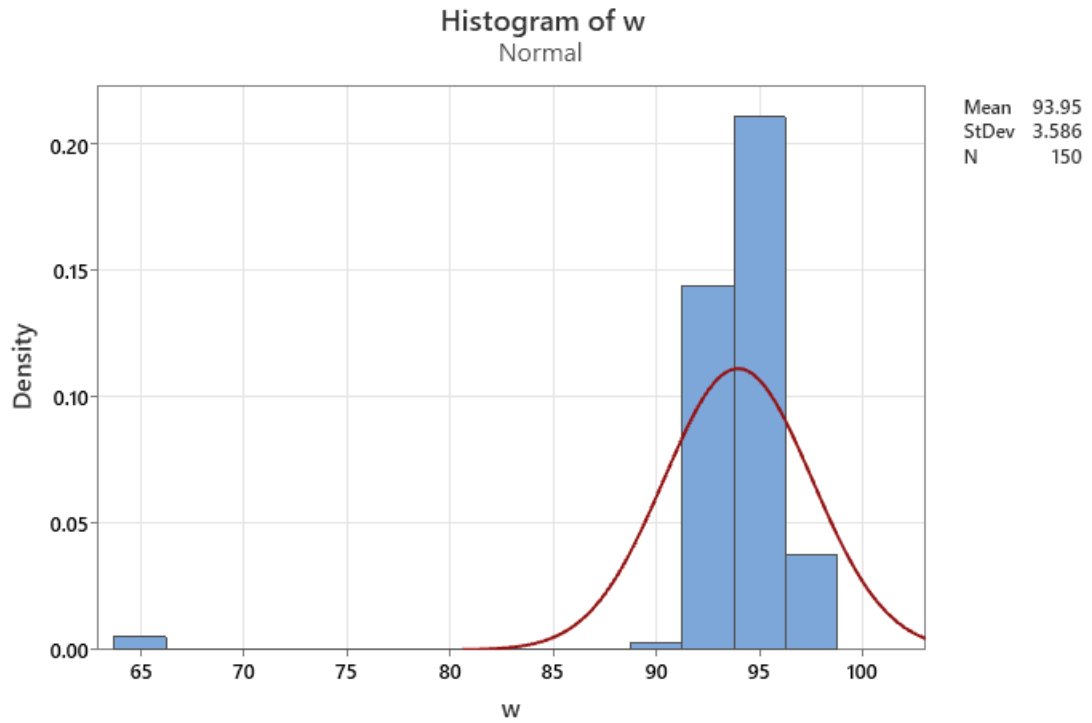
نتیجه مالی:

اختلاف وزنی ۴,۹۵ گرمی، باعث ایجاد ضایعاتی معادل:

۵,۵ میلیارد تومان در ماه

می شود که اصلاح آن باید در اولویت فوری واحد تولید قرار گیرد.

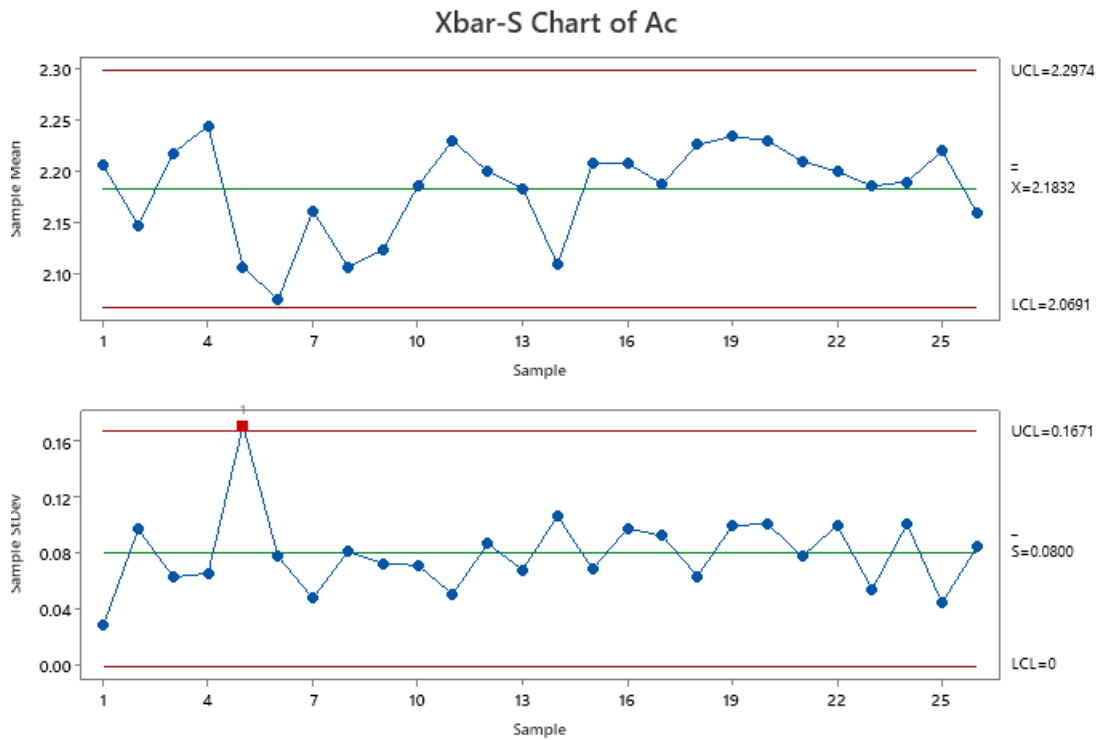
رسم نمودار نرمال برای وزن سس ۸۸ گرم



### مقایسه حدود کنترلی با حدود فنی

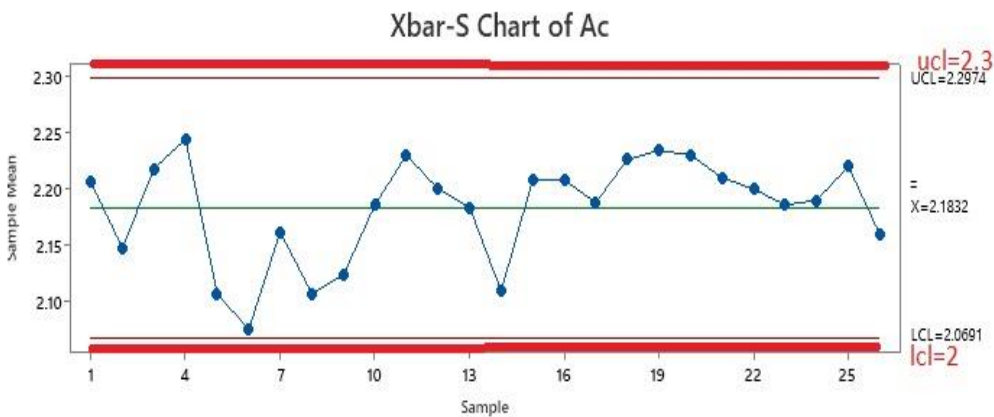
بر اساس نتایج به دست آمده از نمودار  $\bar{X}-S$ ، میانگین وزن سس حدود ۴,۹۵ گرم بیشتر از مقدار مجاز است. برای قرارگیری در محدوده مطلوب، لازم است میزان پرشدن شیشه‌های سس کاهش یابد تا به حدود فنی شرکت نزدیک شود.

نمودار های کنترل ایکس بار و اس برای اسیدته سس:



شکل ۱۶) اسیدیته سس طبق نمودار بالا در حدود است.

مقایسه حدود کنترل:



همانطور که میبینیم در حدود فنی ۲\_۳\_۲ است .

## ۲-۲ تحلیل نتایج

بر اساس نتایج حاصل از به کارگیری ابزارهای کنترل فرآیند آماری (SPC) در خطوط تولید کنسرو لوبیا، سس ۸۸ گرمی و خیارشور، وضعیت کنترل فرآیند از دو جنبه آماری و فنی مورد بررسی قرار گرفت. نمودارهای کنترلی  $\bar{X}-S$  برای مشخصه‌های وزن، میزان نمک، pH و اسیدیته نشان می‌دهند که در بسیاری از موارد، فرآیند از نظر آماری پایدار بوده و اکثر نقاط در محدوده حدود کنترلی قرار دارند.

در خط تولید کنسرو لوبیا، اگرچه نمودارهای کنترلی وزن نشان‌دهنده کنترل آماری فرآیند هستند، اما مقایسه هم‌زمان حدود کنترلی با حدود فنی مشخص کرد که میانگین وزن محصول حدود ۸.۵۲ گرم بیش از مقدار مجاز است. این موضوع بیانگر اضافه‌وزنی سیستماتیک در فرآیند پرکنی می‌باشد که با وجود پایداری آماری، از نظر فنی نامطلوب بوده و منجر به افزایش ضایعات مالی ماهانه شده است. نتایج نمودار نرمال نیز انتقال توزیع وزن واقعی به سمت راست محدوده مطلوب و افزایش انحراف معیار نسبت به مقدار استاندارد را تأیید می‌کند.

در بررسی میزان نمک کنسرو لوبیا، نمودارهای  $\bar{X}-S$  نشان دادند که میانگین و انحراف معیار نمک در تمامی نمونه‌ها در محدوده کنترل و در چارچوب حدود فنی تعیین‌شده قرار دارند. این نتایج بیانگر ثبات مناسب فرآیند و یکنواختی قابل قبول در میزان نمک محصول می‌باشد و نیاز به اقدام اصلاحی فوری مشاهده نشد.

تحلیل نمودارهای pH کنسرو لوبیا نشان داد که به جز یک نقطه خارج از کنترل، روند کلی pH قابل قبول و در محدوده فنی است. وجود این نقطه می‌تواند ناشی از خطای نمونه‌برداری، اختلاط نامناسب یا عدم تنظیم دقیق pH در یکی از بچ‌ها باشد. همچنین بررسی نمودار S وجود یک نمونه با پراکندگی بالاتر را نشان داد که لزوم کنترل دقیق‌تر اختلاط اولیه و تنظیم‌کننده‌های pH را مطرح می‌کند.

در خط تولید سس ۸۸ گرمی نیز، نتایج نمودار  $\bar{X}-S$  و مقایسه حدود کنترلی با حدود فنی نشان داد که میانگین واقعی وزن سس ۴.۹۵ گرم بیشتر از مقدار هدف شرکت است. این اختلاف، هرچند در ظاهر کوچک به نظر

می‌رسد، اما با توجه به حجم بالای تولید، منجر به ضایعات مالی ماهانه قابل توجه شده است. نمودار نرمال وزن سس نیز این انحراف سیستماتیک از مقدار هدف را تأیید می‌کند.

برای مشخصه‌های pH، اسیدیته و میزان نمک در سایر خطوط تولید، تحلیل‌ها با استفاده از نمودارهای کنترلی انجام شده و به دلیل محرمانگی اطلاعات، داده‌های عددی ارائه نشده‌اند. با این حال، بررسی نمودارها نشان می‌دهد که وضعیت کلی این مشخصه‌ها از نظر آماری پایدار بوده و امکان ارزیابی انطباق فرآیند با حدود فنی فراهم شده است.

### توصیه برای شرکت اصالت:

برای سس ۸۸ گرم از شیشه‌های کوچک با طراحی منحصر به فردی استفاده کنند تا هم نظر مشتری را بیشتر جلب کند و هم اینکه از اضافه وزنی جلوگیری شود

برای کنسرو لوبیا نیز باید پرکن را تنظیم کنند

در نهایت برای خیار شور که کم وزنی داشت می‌توانند مقدار نمک را تنظیم کنند چون اگر مقدار نمک از یه حدی بیشتر باشد باعث میشود اب زیادی از خیار ها خارج شود و همین امر باعث میشود وزن خیار شور ها کاهش یابد.

اضافه کردن کمی شکر یا گلیسرین میتونه باعث جذب دوباره اب به خیار بشه

در اخر شرکت اصالت میتونه با طراحی بطری یا قوطی های منحصر به فرد برای شرکت هم مخاطب بیشتری جذب کنه (از نظر بازاریابی و فروش) و همه از اضافه وزنی و کم وزنی جلوگیری کنه

### ۲-۳ نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که استفاده از ابزارهای کنترل کیفیت آماری، تصویر دقیقی از وضعیت واقعی فرآیندهای تولیدی ارائه می‌دهد. اگرچه در بسیاری از موارد فرآیندها از نظر آماری در وضعیت کنترل قرار دارند، اما مقایسه هم‌زمان حدود کنترلی و حدود فنی نشان داد که در برخی مشخصه‌ها، به‌ویژه وزن محصولات، انحراف سیستماتیک از مقدار هدف وجود دارد.

اضافه‌وزنی مشاهده‌شده در خطوط تولید کنسرو لوبیا و سس ۸۸ گرمی، علاوه بر عدم انطباق با الزامات فنی، منجر به تحمیل زیان‌های مالی قابل توجه در مقیاس ماهانه می‌شود. در مقابل، مشخصه‌هایی مانند میزان نمک و pH، در مجموع از پایداری مناسب برخوردار بوده و تنها نیازمند پایش دقیق‌تر و اصلاحات جزئی هستند.

در نهایت، نتایج این گزارش تأکید می‌کند که **کنترل آماری به‌تنهایی کافی نیست** و تصمیم‌گیری مؤثر در فرآیندهای تولیدی مستلزم بررسی هم‌زمان پایداری آماری و انطباق فنی می‌باشد. پایش مستمر فرآیند، تنظیم دقیق تجهیزات پرکنی، بهبود یکنواختی تولید و تولید بطری‌ها و قوطی‌های یونیک برای خود شرکت، می‌تواند نقش مؤثری در ارتقای کیفیت محصولات و کاهش ضایعات مالی ایفا نماید.

۴-۲ منابع

- منبع ۱: Introduction to Statistical Quality Control, DOUGLAS C. MONTGOMERY
- منبع ۲: The effectiveness of the implementation of Statistical Process Control in food industry
- منبع ۳: Prioritization of the Requirements Formulated in the European Standard EN ۲۰۶ in Assessment of Concrete Quality - Multicriteria Analysis Using the AHP Method

