پیش بینی کیفیت میکروبی شیر خام بر اساس مدل های ریاضی

مسعود یاورمنش [*۱]، علی مرتضوی [۲]، محمدباقر حبیبی نجفی [۲]

۱- مربی گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

امروزه برای کاهش هزینه های آزمایشگاهی و افزایش سرعت انجام آزمایشات میکروبی استفاده از مدلهای ریاضی توسعه یافته است . ضرورت آگاهی از کیفیت میکروبی شیر در زمانی کوتاه پس از دریافت شیر از مواردی است که صنایع شیر سخت به آن نیازدارند . لذا در این پژوهش شیرخام از دامداری های مختلف موجود در سطح شهر مشهد در دو فصل بهار و تابستان جمع آوری شد . سپس بر اساس متغیرهای مختلف بهترین مدل ریاضی برای پیشگویی شمارش کلی میکروارگانیسم های مزوفیل مورد بررسی قرار گرفت . نتایج نشان دادند که مدل رگرسیون چند خطی (مرکب) بهترین مدل برای پیش بینی شمارش کلی میکروبی شیرخام می باشد (R^2 = ۰/۶۵) . همچنین مشخص شد که معادلات بهار و تابستان متفاوت بوده، به طوریکه در معادله بهار اثر متقابل کلی فرم مدفوعی و pH به تنهایی مهمترین عامل تعیین کنندهٔ مدل و در معادله تابستان متغیر چربی و اثر متقابل کلی فرم مدفوعی و چربی از عوامل تعیین کنندهٔ مدل در پیش بینی میزان شمارش کلی میکروارگانیسم های مزوفیل در شیر خام می باشد و در معادله تابستان فاکتور چربی اثر بیشتری روی مدل دارد . در این مقاله کلیه متغیرهای مؤثر در کیفیت میکروبی شیر خام و چگونگی تأثیر آنها در پیش بینی کیفیت به تفصیل مورد بحث قرار گرفته است .

کلید واژگان : مدل سازی، پیش بینی، شمارش کلی، شیرخام.

۱- مقدمه

پیش بینی میکروبی بر اساس پاسخ های جمعیت میکروبی زایا، فاکتورهای محیطی و شرایط محیطی در فواصل زمانی یکسان استوار است.علیرغم پیچیدگی سیستمهای غذایی،مدل پیش بینی می تواند با موفقیت همراه باشد،که به عنوان نوعی راهکار برای رفع مشکلات, ایجاد ساده سازی و نیز آنالیز به کاررود. اگر چه تاکنون توانایی این مدل ها به طور کامل شناخته نشده است اما امروزه این نوع پیش بینی برای درک اکولوژی میکروبی در مواد غذایی استفاده می شو د[۱]. اصولاً پیش بینی میکروبی تحت دو عنوان در نظر گرفته می شود:

۱- مدلهای سینیتیکی،که در آن مدلسازی بر اساس اندازه سرعت رشد میکروارگانیسم ها می باشد [۲].

۲- مدل های احتمالی،که ترکیبی ازمدل های مختلف برای پیش- بینی وقایعی مثل رویش اسپوریا اندازه گیری مقدار توکسین تولید شده در خلال یک دورهٔ زمانی مشخص می باشد [۳].

در مدل های سنتیکی چهار مدل اصلی شناخته شده وجود دارد:

الف) مدل های نوع ریشه دوم یا بلرادک [۱]

ب) مدل های نوع آرنیوس [۲]

ج) آرنیوس بهینه شده یا مدل های دیوی [۳]

د) مدل های پلی نومیال [۴] یا پاسخ های سطحی [۵] [۲].

مدل های پلی نومیال یا پاسخ سطحی پاسخی کاملاً تجربی جهت

* مسئول مکاتبات : masoud53y@yahoo.com

1. Belehradek-type models
2. Arrhenius-type models
3. Davey-type models
4. Polynomial –type models
5. Response Surface-type models

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

دستیابی به مشکل خلاصه سازی پاسخ های سرعت رشد می باشد.در این تکنیک یک مدل خطی بر اساس یک تابع پلی نومیال در پارامترها بنا نهاده می شود . رگرسیون خطی چندگانه[1] (مرکب) برای تعیین بهترین اندازه برای پارامترها یا برازش، مورد استفاده قرار می گیرد [٤] . امروزه مدلی که بیشتر مورد استفاده قرارمی گیرد معروف به تابع گمپرتز[2] می باشد، اگرچه اخیراً این مدل مورد تردید قرار گرفته است[٥] .

چند نمونه از بکارگیری مدلهای فوق در پیش بینی میکروبی محصولات مختلف عبارتند از :

١- پیش بینی پاسخهای رشد سالمونلا[3] در محیط آزمایشگاهی تحت تأثیر pH ، نمک طعام و دمای نگهداری[٦].

٢- پیش بینی احتمال رشد و تولید توکسین توسط *کلستریدیوم بوتولینوم*[4] در ماهی [٧].

٣- دستیابی به بهترین مدل برای پیش بینی اثرات ترکیبی (دما و فعالیت آب) بر رشد استافیکوکوس[5] [٨].

٤- پیش بینی رشد استافیکوکوس[5] در گوشت پرورده [٩].

شیرخام یک محیط کشت طبیعی مناسب برای رشد میکروارگانیسم هاست . این ماده غذایی به راحتی دچار آلودگی میکروبی می گردد . سه عامل و منبع آلودگی میکروبی شیرخام عبارتست از :

١- داخل غدد پستانی

٢- خارج غدد پستانی و نوک پستان

٣- تجهیزات نگهداری و انتقال در طول فرآیند تولید شیر خام [١٠].

تعداد و نوع میکروارگانیسم های موجود در شیر خام، انعکاسی از آلودگی میکروبی در طول تولید، جمع آوری و انتقال آن می باشد . شمارش باکتریها یا شمارش پلیت استاندارد[6] (SPC) یک شاخص مفید برای تعیین کردن شرایط بهداشتی در طول تولید، جمع آوری و انتقال شیرخام می باشد . این شاخص قابلیت تعیین منبع آلودگی یا شرایط نامناسب تولید را که منجر به میزان شمارش بالا می گردد را نداردو فقط معیاری است که از نوعی تغییر در تولید، جمع آوری و انتقال شیرخام حکایت می کند[١١]

٢- مواد و روشها

٢-١- مواد اولیه

٤٣ نمونه شیرخام(به صورت مخلوط) از دامداریهای صنعتی شهرستان مشهد در طول دو فصل بهار و تابستان از نقاط مختلف نمونه برداری شد که ٢٣ نمونه مربوط به فصل بهار و ٢٠ نمونه دیگر مربوط به فصل تابستان می باشد .

٢-٢- جمع آوری نمونه ها

در این پژوهش شیرخام واحدهای دامداری صنعتی در سطح شهرستان مشهد در دو فصل بهار و تابستان با روشهای علمی مورد نمونه برداری قرار گرفت . در طول مدت نگهداری از نمونه شیرخام تا انجام آزمایشات, زنجیره سرما برای حفظ نمونه های شیرخام و اجتناب از هر گونه تغییر در پارامترهای مورد اندازه گیری، اعمال شد . در این پژوهش سعی شد تا کمترین فاصله زمانی از مرحلهٔنمونه برداری تا انجام آزمایشات اعمال شود [١١] .

٢-٣- انتخاب پارامترها (متغیرها)

با توجه به ماهیت شیرخام و بر اساس مدارک علمی، پارامتر شمارش کلی میکروارگانیسم های مزوفیل به عنوان متغیر وابسته، و پارامترهای شمارش کلی فرم مدفوعی، pH ، اسیدیته، پتانسیل اکسیداسیون و احیاء (Eh) و درصد چربی بعنوان پارامترهای مؤثر (مستقل) برای مدلسازی و پیش بینی میکروبی انتخاب گردیدند [١١] .

٢-٤-انجام آزمونها- اندازه گیری متغیرها

در این پژوهش بر اساس روشهای استاندارد، پارامترهای انتخابی مورد آزمون قرار گرفت .

الف) شمارش کلی میکروارگانیسم های مزوفیل :

شمارش کلی میکروارگانیسم ها بر اساس استاندارد ملی ٥٤٨٤ ومطابقت آن با استانداردهای بین المللی مورد اندازه گیری قرار گرفت . نکته حائز اهمیت اینکه برای اطمینان بیشتر از داده های حاصله، در شمارش کلی از دو رقت متوالی استفاده شد و شمارشهای کمتر از ١٥ کلنی در هر میلی لیتر نمونه و بالاتر از

1. Multiple Linear regression
2. Gompertz
3. Salmonella
4. Clostridium botulinum
5. Staphylococcus
6. Standard plate Count

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

٣٠٠ کلنی در هر میلی لیتر نمونـه غیرقابـل قبـول شـناخته شـد و آزمایش مجدداً تکرار گردید . سپس از داده ها با کمک معادله زیر نسبت به محاسـبه شـمارش کلـی میکروارگانیـسم هـای مزوفیـل استفاده شد [١٢] .

$$N = \frac{\sum C}{(n_1 + 0/1 n_2)\, d}$$

$\sum C$: مجموع کلنی ها در دو رقت متوالی

n_1: تعداد پتریهای (ظرف کشت) اولین رقت

n_2 : تعداد پتریهای (ظرف کشت) دومین رقت

d : ضریب رقت در اولین رقت

ب) کلی فرم مدفوعی

به منظور شمارش کلی فرم مدفوعی از محیط کشت ائوزین متـیلن بلوآگار[1] که میکروارگانیسم های مـدفوعی در آن کلنـی هـایی بـه رنگ سبز درخشنده (جلادار) تولید می نمایند استفاده شـد [١٣] . برای محاسبه دقیق تعداد کلی فرمهای مدفوعی در هر میلی لیتر از شـیرخام، مطـابق روش بـه کارگرفتـه شـده در شـمارش کلـی میکروارگانیسم ها، عمل شد [١٢] . همچنین به منظور اطمینـان از صحت داده ها از مـشاهدات میکروسـکوپی[2] و تـستهای تأییـدی (IMVIC) استفاده شد [١٣] .

ج) pH

pH شیرخام توسط pH متر Metrohm 632 در دمای محیطـی ٢٠ $^{\circ}$c بر اساس استاندارد ملی ٢٨٥٢ اندازه گیری گردید [١٤] .

د) اسیدیته

اسیدیته شیرخام بر حسب گرم درصـد اسـید لاکتیـک بـر اسـاس استانداردملی ٢٨٥٢ اندازه گیری گردید [١٤] .

هـ) پتانسیل اکسیداسیون و احیاء (Eh)

پتانسیل اکسیداسیون و احیـاء (Eh) شـیر خـام توسـط pH متـر Metrohm 632 در دمای ٢٠$^{\circ}$c اندازه گیری شد .

و) درصد چربی

چربی شیر به روش ژربر براساس استاندارد ملی ٣٦٦ اندازه گیری شد [١٤].

1. EMBA (Eosin Methylen Blue Agar)
2. Direct Microscopic

٣- طرح آماری

پس از انجام آزمایشات و حصول نتایج با سه تکرار، معادلات رگرسیونی احتمالی بین پارامترهای کیفی میکروبی و سایر پارامترها در شیرخام بررسی شدند. برای بررسی معادلات رگرسیونی و دستیابی به بهترین مدل از نرم افزار Sigma Stat (Version 1.0) و برای دستیابی به رویه‌ها[3] و نقشه‌های پیش بینی[4] از نرم افزار Slide Write (Version 2.0) استفاده شد .

٤- نتایج و بحث

١-٤- انتخاب بهترین مدل رگرسیونی براساس داده های بدست آمده

پس از انجام آزمایشات و جمع آوری داده ها در دو فصل بهار و تابستان که در جداول ١ و ٢ آورده شده اند ابتدا نسبت به نحوه پراکندگی داده های مختلف[5] (کلی فرم مدفوعی، pH ، اسیدیته، Eh و درصد چربی) نسبت به شمارش کلی میکروارگانیسم های مزوفیل مطالعات اولیه توسط نرم افزار Sigma Stat صورت پذیرفت . پس از برآورد اولیه از نحوه آرایش داده ها، مدلهای مختلف رگرسیونی شامل، رگرسیونهای خطی[6]، رگرسیونهای خطی مرکب[7]، رگرسیونهای غیرخطی[8]، جهت دستیابی به بهترین مدل مورد آزمون قرار گرفتند . نتایج حاکی از آن بود که بر اساس نحوهٔ پراکندگی داده ها و شاخصهای اولیه مدل، ضریب همبستگی (R) [9]، ضریب تبیین (R^2) [10]، و ضریب تبیین تصحیح شده (Adj=R^2) [11] بهترین مدل برای پیش بینی شمارش کلی میکروارگانیسم های مزوفیل مدلهای رگرسیونی خطی مرکب می باشند .

1. Surface plot
2. Counter Isoline
3. Scattering
4. Linear Regression
5. Multiple Linear Regression
6. Non Linear Regression
7. Correlation Coefficient
1. Coefficient determination or R Square
11. Adjusted R Square

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

۲-٤- دستیابی به بهترین مدل رگرسیونی خطی مرکب

پس از درک اولیه، از اینکه مدل رگرسیونی خطی مرکب بهترین مدل برای توصیف و پیش بینی شمارش کلی میکروارگانیسم های مزوفیل می باشد، نسبت به دستیابی بهترین معادله بر اساس متغیر وابسته[1] (شمارش کلی میکروارگانیسم های مزوفیل) و متغیرهای مستقل[2] (کلی فرم مدفوعی، pH ، اسیدیته، Eh ، و درصد چربی) اقدام شد . یکی از بهترین روشها برای دستیابی به بهترین مدل رگرسیونی خطی مرکب استفاده از تکنیک Step wise است که شامل دو الگوی رگرسیون رو به عقب (Backward Regression) و رگرسیون رو به جلو (Forward Regression) می باشد . اساس کار در روش رگرسیون به عقب این است که با کمک نرم افزار Sigma Stat یکبار تمامی متغیرهای مستقل و اثرات متقابل آنها نسبت به متغیر وابسته به صورت مدل در می آید، سپس نرم افزار مرحله به مرحله با حذف متغیرهای مختلف نسبت به کارآیی مدل حاصل اعلام نظر می نماید، اما در روش رگرسیون به جلو نرم افزار با افزودن متغیرهای مستقل در هر مرحله کارآیی مدل را مورد سنجش قرار می دهد در نهایت با اعمال هر دو روش باید معادله و مدل یکسانی حاصل شود .

با بکارگیری تکنیک فوق معادلات زیر براساس رگرسیون خطی مرکب به ترتیب برای فصل بهار و تابستان بدست آمد:

Total Count = 3/36 +(0/119 pH × Fecal Coliform)

Total Count = 7/56 – (1/51 Fat) + (0/208 Fat × Fecal Coliform)

آنچه که از معادلات فوق مشخص است حذف بسیاری از متغیرهای مستقل در مدل نهایی می باشد به طوریکه در مدل بهار فقط اثر متقابل pH و کلی فرم مدفوعی متغیرهای مستقل اصلی تعیین کننده مدل بوده ولی در مدل تابستان چربی و اثر متقابل چربی و کلی فرم مدفوعی متغیرهای مستقل اصلی تعیین کننده بودند. به طور خلاصه برای دستیابی به بهترین مدل خطی مرکب شاخصهایی از مدل باید مدنظر باشند، این شاخصها عبارتند از (ضریب همبستگی R[3] ، ضریب تبیین R^2[4] ، ضریب تبیین تصحیح شده $Adj.R^2$[5] فاکتور بزرگ شدن واریانس VIF[6]) ، همچنین باید هیچگونه همبستگی بین متغیرهای مستقل[7] درمدل نهایی وجود نداشته باشد . در دستیابی به مدل های مذکور این شاخصها مدنظر بوده اند . در جداول ۳ و ٤ نتایج آنالیز تابعیت شمارش کلی میکروارگانیسم های مزوفیل ازمتغیرهای مستقل در دو فصل بهار و تابستان ارائه شده است . همچنین نتایج آنالیز واریانس رگرسیون مدل انتخابی در جداول ۵ و ٦ ارائه شده است، آنچه که از این جداول مشهود است معنی دار بودن متغیرمستقل اثر متقابل pH و کلی فرم مدفوعی و همچنین ضریب ثابت[8] در مدل بهار و معنی دار بودن متغیرهای مستقل درصد چربی و اثر متقابل درصد چربی و کلی فرم مدفوعی و همچنین ضریب ثابت در فصل تابستان می باشد .

۳-٤- دستیابی به پیش بینی کیفیت میکروبی شیرخام بر اساس شمارش میکروارگانیسم های مزوفیل توسط مدلهای حاصل

پس از دستیابی به مدلهای مطلوب بر این اساس نسبت به تهیه نقشه برای پیش بینی میکروبی شیرخام توسط روشهای پاسخ سطحی اقدام شد . دراین روش با تبدیل معادلات به رویه های[9] مناسب می توان روند تغییرات شمارش کلی میکروبی را نسبت به متغیرهای مستقل بررسی نمود. شکلهای ۱ و ۲ به ترتیب مربوط به رویه های حاصل از معادلات بهار و تابستان بر اساس مدلهای رگرسیونی خطی مرکب می باشد .همچنین به منظور ساده سازی مدل به طوریکه بتوان از آن به صورت نقشه ای جامع در واحدهای تولید استفاده کرد نقشه های پیش بینی براساس روش Counter Isoline آماده گردید (شکلهای ۳ و ٤) . همان گونه که از شکلهای ۳ و ٤ مشخص می شود، از نقشه های حاصل به راحتی می توان جهت پیش بینی شمارش کلی میکروارگانیسم های مزوفیل استفاده نمود . به طوریکه در شکل ۳

1. Dependent Variable
2. Independent Variable

3.Coefficient of Correlation
4. Cofficient of Determination or R . squar
5. Adjusted R Square
6. Variance Inflation Factor
7. Multicolinearity
8. Constant Coefficient
9. Surface plot

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

براساس مقادیر مختلف pH و کلی فرم مدفوع، و در شکل ٤ براساس مقادیر مختلف درصد چربی و کلی فرم مدفوعی محدودهٔ شمارش کلی میکروارگانیسم های مزوفیل قابل دستیابی می باشد . نکته حائز اهمیت این است که اصولاً دربحث مدلسازی قدرت و صحت مدل های مذکور در پیش بینی معمولاً توسط ضریب همبستگی (R) و ضریب تبیین(R^2) تعیین می شود . بر این اساس جدول ٧ بر مبنای تعداد نمونه مورد آزمایش معنی دار بودن، مدلهای خطی مرکب را در سطوح ٠/٠٥ > p و٠/٠١ >p نشان می دهد، که براین اساس مدل های بدست آمده از این پژوهش با احتساب ٢٣ نمونه در فصل بهار و ٢٠ نمونه در فصل تابستان معنی دار بوده و از قدرت و صحت مناسبی برخوردارند .

٤-٤- بررسی متغیرهای مستقل کنترل کننده هر مدل و علل تأثیرگذاری متغیرها براساس فصول

همانگونه که از مدل های حاصل در دو فصل بهار و تابستان مشخص است، متغیرهای مستقل هر مدل متفاوت می باشد . در مدل بهار متغیرهای pH و کلی فرم مدفوعی متغیرهای مستقل کنترل کننده مدل می باشند و در مدل تابستان متغیرهای چربی و کلی فرم مدفوعی متغیرهای مستقل کنترل کننده مدل می باشند . یکی از دلایل مهم در اثر گذاری این متغیرهای مستقل تأثیر شرایط محیطی بر شمارش کلی میکروارگانیسم های مزوفیل می باشد .شرایط محیطی مؤثر بر کیفیت میکروبی شیرخام عبارتند از:

١- هوا [١٥] .

٢- آب مصرفی [١٠].

٣- سطح تجهیزات شیردوشی(شرایط بهداشتی) [١٦].

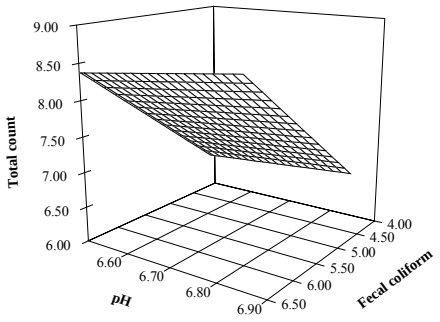
انتقال ذرات گرد و غبار از طریق هوا به سطح شیر از عوامل افزایش دهندهٔ بار میکروبی شیرخام می باشد . حدوداً ٥٠٪ میکروارگانیسم های موجود در گرد و غبار شامل میکروکوکوس ها[1]، کورینه فورمها[2] و اسپورهای باسیلوس[3] می باشند [١٥] . با نگاهی به میکروارگانیسم های فوق می توان دریافت که اکثر این میکروارگانیسم ها در طیف میکروارگانیسم های قابل شمارش در شیر خام می باشند و واضح است که افزایش درجه حرارت در فصول بهار و تابستان منجر به افزایش نسبی میکروارگانیسم ها در گردوغبار می شود . همچنین کاهش رطوبت خاک و افزایش احتمال ایجاد گردوغبار در محیط می تواند از عوامل افزایش میکروارگانیسم ها در شیر خام باشند [١٠] . در مورد آب مصرفی می توان آنرا در زمرهٔ مهترین عوامل در انتقال میکروارگانیسم های با منشاء مدفوعی به شیرخام دانست به طوریکه باکتریهای مدفوعی می توانند از طریق آب مصرفی به شیر خام انتقال یابند، این باکتریها شامل کلی فرمها[4]، استرپتوکوکهای مدفوعی[5] و کلستریدیوم ها[6] می باشند . همچنین افزایش دما در دو فصل بهار و تابستان از عوامل مهم و اثرگذار در افزایش این میکروارگانیسم ها در آب مصرفی و به دنبال آن شیرخام می باشد [١٠] . سطح تجهیزات شیردوشی نیز از عوامل بسیار مهم در انتقال میکروارگانیسم ها به شیرخام می باشد، تحقیقات نشان می دهد که ٢٠٪ از ماشینهای شیردوشی در بقایای حاصل از شیرخام موجود درخود حدود 10^9 cfu/gr میکروارگانیسم دارند [١٦] . که این مقدار در فصول گرم سال قابلیت افزایش نیز دارد . به طور کلی می توان نتیجه گرفت افزایش انتقال میکروارگانیسم ها از طریق عوامل ذکر شده به همراه افزایش میانگین حرارت در فصول بهار و تابستان از مهمترین عوامل افزایش شمارش کلی میکروارگانیسم ها در شیرخام می باشند . همچنین می توان گفت علت اصلی قرار گرفتن کلی فرم مدفوعی بعنوان متغیر مستقل کنترل کننده مدل در دو فصل بهار و تابستان به آب مصرفی در این دو فصل بستگی دارد، که می توان افزایش میانگین درجه حرارت در این دو فصل و همچنین کیفیت پایین آب مصرفی در واحدهای تولیدی را از عوامل مؤثر در قرارگیری این متغیر مستقل در هر دو مدل دانست [١٠] . عامل کلی فرم مدفوعی به همراه اثرگذاری مستقیم pH بعنوان فاکتور داخلی مؤثر بر رشد میکروارگانیسم ها را می توان از دلایل مهم قرارگیری pH بعنوان یکی از متغیرهای مستقل دانست [١٧] . همچنین افزایش چشمگیر میانگین درجه حرارت در فصل تابستان و تأثیر مستقیم آن بر افزایش تعداد و تأثیر میکروارگانیسم های لیپولتیک، می تواند تأثیر بسزایی در قرارگیری درصد چربی به عنوان متغیری مستقل به صورت اثر متقابل باکلی فرم مدفوعی در مدل تابستان داشته باشد.

1. Micrococci
2. Coryne Forms
3. Bacillus Spores
4. Coliforms
5. Fecal Streptococci
6. Clostridia

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

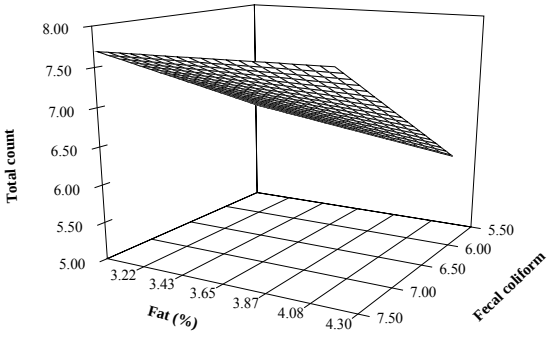
اثر این عامل به حدی است که همبستگی بیشتری نسبت به pH در مدل بهار برای شمارش کلی میکروارگانیسم های مزوفیل دارد، از طرف دیگر متغیر چربی در مدل تابستان تأثیر منفی در افزایش شمارش میکروارگانیسم های مزوفیل دارد که علت اصلی آن این است، که باکتریهای لیپولتیک عمدتاً از باکتری های سرماگرا[1] (سودوموناسها)[2] می باشند که معمولاً در طیف میکروارگانیسم های مزوفیل قابل شمارش، قرار نمی گیرند[۱۰].

$R = 0/811 \quad R^2 = 0/657 \quad AdjR^2 = 0/641$



نمودار ۱ رویه[3] حاصل از مدل انتخابی در فصل بهار

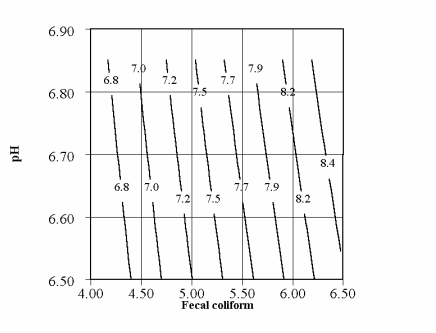
$R=0/809 \quad R^2=0/654 \quad AdjR^2=0/614$



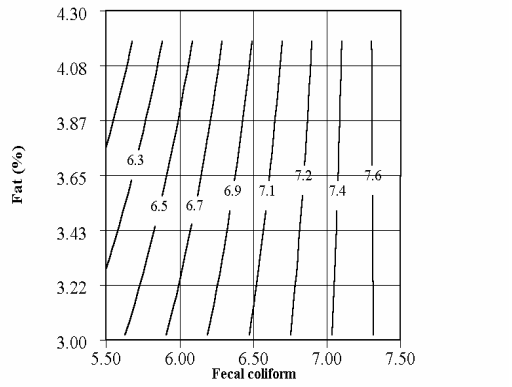
نمودار ۲ رویه[1] حاصل از مدل انتخابی در فصل تابستان

۵- نتیجه گیری کلی

نتایج حاصل از این پژوهش نشان دهنده وجود ارتباط و همبستگی بین متغیرهای میکروبی و متغیرهای شیمیایی در شیر خام می باشد . این همبستگی در حدی است که براساس متغیرهای شیمیایی و شرایط حاکم بر شیرخام می توان به تعمیم مدل های پیش بینی میکروبی اقدام نمود . مسلم این است که هرچه اطلاعات ما از متغیرهای مختلف و نحوه انتخاب آنها در شیرخام از صحت و اطیمنان بالاتری برخوردار بوده و همچنین بتوان نسبت به شناخت سایر عوامل اثرگذار در شیر خام اقدام نموده، و به نوعی از آنها در مدل استفاده کرد، می توان به مدلهای پیش بینی با صحت و دقت بالاتر دست یافت که تا حدودی می تواند واحدهای تولیدی را از انجام آزمایشات تخصصی و وقت گیر میکروبی رهانیده و با سرعت و دقت بیشتری شناخت آنها را نسبت به کیفیت میکروبی شیر خام افزایش دهد.



نمودار ۳ نقشه پیش بینی حاصل از مدل انتخابی در فصل بهار



نمودار ٤ نقشه پیش بینی حاصل از مدل انتخابی در فصل تابستان

1. Psychrophils
2. Psceudomonases
3. Surface Plot

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

جدول ١ متغیرهای اندازه گیری شده از شیرخام در فصل بهار

نمونه	شمارش کلی میکروارگانیسمهای مزوفیل[٤]	کلی فرم مدفوعی[٤]	pH	اسیدیته[٣]	پتانسیل اکسیداسیون و احیاء[٢] (Eh)	چربی[١]
١	٨/١١٠٥	٦/٠٧٩	٦/٥	٠/٣٢٤	٠/٠٢٥	٣/٤٩
٢	٧/٤٧٧	٥/٤٧٧	٦/٥٦	٠/٢٧٩	٠/٠٢٢	٣/٨٦
٣	٧/٣٥٢	٤/٤٤٧	٦/٥٩	٠/٢٧٤	٠/٠١٧	٣/٣٩
٤	٨/١٠٥	٥/٥٣١	٦/٥٩	٠/٢٨٨	٠/٠٢٢	٣/٣٨
٥	٦/٤١	٤/١١٣	٦/٦٩	٠/٢٧٩	٠/٠١٨	٣/٩٦
٦	٦/٠٧٩	٤/١	٦/٧	٠/٢٨٨	٠/٠١٨	٣/٦٧
٧	٨/١١	٥/٦٢٣	٦/٦٨	٠/٣٢٤	٠/٠١٩	٣/٠٩
٨	٧/٩٤	٦/٠٧٩	٦/٦٣	٠/٢٧٩	٠/٠٢	٣/٧٦
٩	٨/٢٠٥	٦/٤٧٧	٦/٧٤	٠/٣١٥	٠/٠١٤	٣/٠٩
١٠	٨/٢٥٥	٥/٦٢٣	٦/٨٢	٠/٣٠٦	٠/٠١١	٣/٤١
١١	٨/٢٣٦	٥/٣٨٩	٦/٨١	٠/٢٥٢	٠/٠١٢	٣/٠١
١٢	٧	٥/٣٩٧	٦/٧١	٠/٢٥٢	٠/٠١٧	٣/٥٩
١٣	٨/٠٥١	٥/٧٤١	٦/٧١	٠/٢٩٧	٠/٠١٧	٣/٨٥
١٤	٧/٧٧٨	٥/١٤٦	٦/٨٥	٠/٢٨٨	٠/٠١	٣/١٣
١٥	٧/٤٧٣	٥/٩٥٤	٦/٤٩	٠/٣٣٣	٠/٠٢٧	٢/٩٩
١٦	٨/٣٨	٦/٣٠١	٦/٧٢	٠/٣٠٦	٠/٠١٦	٣/٦٤
١٧	٧/٧٠٧	٥/٦٨١	٦/٦	٠/٢٩٧	٠/٠٢١	٣/٩٤
١٨	٧/٩١٦	٥/٨١٢	٦/٧١	٠/٢٢٥	٠/٠١٦	٣/٣٣
١٩	٧/١٦٩	٥/٢٥٥	٦/٧٣	٠/٢٨٨	٠/٠١٥	٣/٣٧
٢٠	٨/٠٤١	٥/٥٥٦	٦/٥٧	٠/٢٩٧	٠/٠٢٣	٣/٤٤
٢١	٨	٥/٩٥٤	٦/٧٨	٠/٢٥٢	٠/٠١٣	٣/٢٨
٢٢	٨/٢٥٥	٥/٧٧٨	٦/٦٥	٠/٣٦٩	٠/٠٢	٣/٣٤
٢٣	٧/٨٨٩	٥/٣٤٢	٦/٦	٠/٢٦١	٠/٠٢٢	٣/١٧

١- بر مبنای درصد

٢- میلی ولت (mv)

٣- برمبنای گرم درصد اسید لاکتیک

٤- بر مبنای لگاریتمی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

جدول ۲ متغیرهای اندازه گیری شده از شیرخام در فصل تابستان

نمونه	شمارش کلی میکروارگانیسمهای مزوفیل[٤]	کلی فرم مدفوعی[٤]	pH	اسیدیته[٣]	پتانسیل اکسیداسیون و احیاء[٢] (Eh)	چربی[١]
١	٧/٤١	٦/٧٩٢	٦/٢٣	٠/٢٩٧	٠/٠٤٣	٣/٤٩
٢	٦/٩٧٧	٦/٢٤٥	٦/٥٢	٠/٤٣٢	٠/٠٢٣	٣/٥٩
٣	٧/١٧٦	٧/٠١٧	٦/٦٩	٠/٢٧	٠/٠١٨	٣/٢٥
٤	٥/٧٧٨	٥/٤٣١	٥/٦٤	٠/٦٤٨	٠/٠٧٨	٣/٥٣
٥	٧/١٥	٦/٤١٩	٥/٢١	٠/٥٦٧	٠/٠١٠٢	٣/٥٤
٦	٦/٦٠٢	٦/٥٤١	٥/٣٦	٠/٦٠٣	٠/٠٩٣	٣/٥
٧	٦/٧٧٨	٦/٠٢١	٥/٥٩	٠/٦٩٣	٠/٠٨	٣/٣٦
٨	٧/٢١	٦/٣٧	٦/٥١	٠/٦٧٥	٠/٠٢٨	٣/٣٩
٩	٥/٩٢٤	٥/٥٣١	٦/٤٨	٠/٤٥	٠/٠٢٩	٣/٨٥
١٠	٧/٢٦	٧/٢٠٤	٥/٤٩	٠/٣١٥	٠/٠٢٨	٣/١٣
١١	٧/١٩	٦/٣٠١	٦/٥٦	٠/٣١٥	٠/٠٢٣	٣/٢٧
١٢	٦/٦٩٨	٦/٦٥٣	٥/٨٧	٠/٦٣٩	٠/٠٦٥	٣/٣٦
١٣	٦/٩٢	٦/٤٧٧	٦/٧	٠/٢٨٨	٠/٠١٧	٣/١٣
١٤	٦/١٧٦	٥/٨٩٢	٦/٤٥	٠/٤٥	٠/٠٣١	٣/٦٢
١٥	٧/٤٠٧	٦/٢٩٦	٦/١	٠/٦٤٨	٠/٠٥٢	٣/٨
١٦	٧/٦٥٢	٧/١٧٦	٥/٤٨	٠/٦٥٩	٠/٠٨٦	٣/٦٤
١٧	٧/٢٨٤	٦/٠٧٥	٦/٦١	٠/٣٨٧	٠/٠٢٢	٣/٢٥
١٨	٧/٣٩٧	٧/٢٣	٦/٦٢	٠/٤٠٥	٠/٠٢١	٣/٣٣
١٩	٧/٦١٧	٧/٤٩١	٦/٤١	٠/٤٥	٠/٠٣٣	٣/١٨
٢٠	٧/٤٨	٧/٠٤١	٦/٤	٠/٤٠٥	٠/٠٣٤	٣/٠٢

١-بر مبنای درصد

٢- میلی ولت (mv)

٣- برمبنای گرم درصد اسید لاکتیک

٤- بر مبنای لگاریتمی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

جدول ٣ نتایج آنالیز تابعیت شمارش کلی میکروارگانیسم های مزوفیل در فصل بهار

متغیرهای مستقل[3]	ضریب[2]	انحراف معیار[1]	t	P	VIF
ثابت مدل	٣/٣٦٥	٠/٦٩٣	٤/٨٦	< ٠/٠٠٠١	—
کلی فرم مدفوعی ×pH	٠/١١٩	٠/٠١٨٧	٦/٣٥	< ٠/٠٠٠١	١/٠٠

جدول ٤ نتایج آنالیز تابعیت شمارش کلی میکروارگانیسم های مزوفیل در فصل تابستان

متغیرهای مستقل[3]	ضریب[2]	انحراف معیار[1]	t	P	VIF
ثابت مدل	٧/٥٥٨	٠/٩٦٠٠	٧/٨٧	< ٠/٠٠٠١	—
چربی	−١/٥١٥	٠/٣٥٧٧	−٤/٢٣	٠/٠٠٠١	−٠/٧٨٢
کلی فرم مدفوعی × چربی	٠/٢٠٨	٠/٠٣٧٢	٥/٦١	< ٠/٠٠٠١	١/٠٣٥

جدول ٥ نتایج آنالیز واریانس رگرسیون مدل انتخابی در فصل بهار

	DF	SS	MS	t	P
رگرسیون[4]	١	٥/١٦	٥/١٦١	٤٠/٣	< ٠/٠٠٠١
باقیمانده [5]	٢١	٢/٦٩	٠/١٢٨	—	—
کل[6]	٢٢	٧/٨٥	٠/٣٥٧	—	—

جدول ٦ نتایج آنالیز واریانس رگرسیون مدل انتخابی در فصل تابستان

	DF	SS	MS	t	P
رگرسیون[1]	٢	٣/٥٦	١/٧٨١	١٦/١	< ٠/٠٠٠١
باقیمانده [2]	١٧	١/٨٨	٠/١١١	—	—
کل [3]	١٩	٥/٤٤	٠/٢٨٧	—	—

جدول ٧ حدود بحرانی ضریب همبستگی (R) در رگرسیون مرکب دومتغیره بر مبنای سطوح p<٠/٠٥ و p< ٠/٠١

درجه آزادی[7]	p<٠/٠٥	p<٠/٠١
٥	٠/٧٥٤	٠/٨٧٤
١٠	٠/٥٧٦	٠/٧٠٨
١٥	٠/٤٨٢	٠/٦٠٦
٢٠	٠/٤٢٣	٠/٥٣٧
٢٥	٠/٣٨١	٠/٤٨٧
٣٠	٠/٣٤٩	٠/٤٤٩

1. Standard Error
2. Coefficient
3. Independent Variables
4. Regression
5. Residual
6. Total
7. Degrees of Freedom

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

٦- منابع

[1] Ross T, McMeekin TA. Predictive Microbiology. Int.J.Food Microbiol 1994; 23: 242-268.

[2] Ratkowsky DA, Ross T, MC Meekin TA, Olley J. Comparison of Arrhenius-type and Belehardek-type models for prediction of bacterial growth in foods. J. Appl. Bacterial 1997; 71:452-459.

[3] GenigeorgisC, Saroukidis M, Martins S. Initiation of staphylococcal growth in processed meat environments. Appl. Microbial 1971; 21:940-942.

[4] Metaxapoulos J, Genigeorgis C, Fanelli MJ, Franti C, Cosma E. Production of Italian Dry Salami, I: initiation of staphylococcal growth in salami under commerical manufacturing condition J. Food Prot 1981; 44: 347-352.

[5] Whiting RC, cygnarowicz-Provost M. A quantitative model for bacterial growth and decline. Food Microbial 1992; 269-277.

[6] Gibson AM, Bratchell N, Roberts TA. Predictive Microbial Growth: growth responses of salmonella in a laboratory medium as affected by pH, sodium chloride and storage temperature. Int.J. Food Microbiol 1988; 6:155-178.

[7] Ikawa JY, Genigeorgis C. Probability of growth and toxin production by Nonproteolytic Clostridium botulinum in rochfish fillets Stored under modified atmospheres. Int. J. Food Microbiol 1987; 4 : 167-181.

[8] McMeekin TA, Chandler RE, Doe PE, Garland CD, Olley J, Putro S, Ratkowsky DA. Model for the combined effect of temperature and water activity on the growth rate of Staphylococcus xylosus. J. Appl. Bacteriol 1987; 62:543-550.

[9] Nderu FMK, Geniggeorgis CA. Prediction staphylococcal growth in cured meats. In : Proc. 20 th world Vet 1975; Conger. I, pp: 812-813.

[10] Chambers JV. The Microbiology of Raw Milk. In Dairy Microbiology Hand Book 2002; Robinson, R.K.Ed., 3th Ed., Wiely Interscience. New York. pp. 39-90.

[11] IDF. In Factors Influencing the Bacteriological Quality of Raw Milk, Document No. 120. International Dairy Federation, Brussels. Belgium; 1980.

[12] International Standards Organization. Milk and milk products; enumeration of colony forming units of microorganisms, Colony count technique at $30^{o}c$. ISO 6610; 1992.

[13] International Standards Organization. milk and milk products; enumeration of Coliforms. Part 1 : Colony technique at $30^{o}c$ without resuscitation . ISO 5541; 1992.

[14] International Standards Organization. Standards Methods for the Examination of Dairy Products. 14 th ed. ISO 488; 1991.

[15] Underwood HM, McKinnon CH, Davies FL, Cousins CM. XIX th International Dairy Congress. Congress paper 1E.p.373; 1974.

[16] Thomas SB, Druce RG, King KP. The microflora of poorly cleansed farm dairy equipments . J. Appl. Bacteriol 1966; 29(2):409-416.

[۱۷] مرتضوی ع، حداد خداپرست م ح، فرهوش ر، ناصحی ب، مکرم ر. میکروبیولوژی غذایی مدرن . جلد اول . نشر مشهد . مشهد ۱۳۷۲.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

Prediction of Microbial Quality in Raw Milk by Mathematical Models

Yavarmanesh, M.[1*], Mortazavi, A. [2], Habibi Najafi, M.B.[2]

1- Instructor of Food Science and Technology Department, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

2- Professor, Food Science and Technology Department, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

In response to recent concerns regarding the enumeration of microbial load of raw milk in shorter time and lower cost and the need to ensure that milk destined for dairy plants has met the acceptable load therefore the mathematical models have been developed . The aims of the present study were to examine various factors (e.g.pH, Eh, fecal coliform and milk fat) as a possible indicators of microbial load in different seasons and to assess the use of mathematical models for such correlation. Raw milk was Collected from various industrial farms in Mashhad city at two different seasons-spring and summer-and the best model for prediction of total count in raw milk using various factors was then conducted by mathematical models. The result indicated that multiple linear regression model was the best equation ($R^2 = 0.65$). The result also showed that the equations for two different seasons - spring and summer - were different, as interaction between fecal coliform and pH was the main determined factor of model in spring season equation. Also in summer season equation, fat and interaction between fecal coliform and fat were the main factors, but fat factor had the most effect in equation. In this study most of the effective factors in microbial quality and their effects for prediction of raw milk are investigated.

Key words : Modelling, Prediction, Total count, Raw milk.

* Corresponding author E-mail address: masoud53y@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]