





دانشکده داروسازی زنجان



دانشگاه علوم پزشکی  
و خدمات بهداشتی درمانی استان زنجان

پایان نامه

جهت دریافت دکترای حرفه‌ای داروسازی

عنوان:

تعیین مقدار نیترات و نیتريت در ترشيجات صنعتی و خانگی به روش پلاروگرافی

توسط:

پیمان علی‌پور

استاد / اساتید راهنما:

دکتر مهران محسنی

سال تحصیلی 92-1391

شماره پایان نامه: 12

تقدیم به:

پدرم که عالمانه به من آموخت تا چگونه در عرصه زندگی، ایستادگی را تجربه نمایم  
و به مادرم، دریای بی کران فداکاری و عشق که وجودم برایش همه رنج بود و

وجودش برایم همه مهر

من به سرپوشه خورشید نه خود بردم راه      ذره ای بودم و مهر تو مرا بالا برد

و به:

همسرم، اسطوره زندگیم، پناه حستگیم و امید بودنم، همسای عزیزم

به پاس قدردانی از قلبی آکنده از عشق و معرفت که محیطی سرشار از سلامت و

امنیت و آرامش و آسایش برای من فراهم آورده است

تقدیم به اساتید عزیز:

جناب آقای دکتر محسنی

جناب آقای دکتر زمانی

که در کمال سه صدر، با حسن خلق و فروتنی از هیچ کجی در این عرصه بر من دریغ نمودند و زحمات را همیانی

این رساله را بر عهده گرفتند.

بهترین مردم معلم

عارفان علم عاشق می شوند

می شوند

هر که عاشق شد معلم می شود

عشق با دانش متمم می شود

## فهرست



صفحه

عنوان

II.....فهرست مطالب

VI.....فهرست اشکال

VII.....فهرست نمودارها

X.....فهرست جداول

XIII.....اختصارات

XIV.....چکیده فارسی

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
1.....	فصل اول: کلیات.....
2.....	1-1 تاریخچه ترشیجات.....
3.....	1-2 کاربرد ترشیجات.....
4.....	1-3 ویژگی‌های خوب و بد ترشیجات.....
6.....	1-4 تاریخچه نیترات و نیتريت.....
7.....	1-5 شیمی نیترات و نیتريت.....
8.....	1-6 کاربردهای نیترات و نیتريت.....
9.....	1-7 اثرات سمی و جنبه‌های ایمنی نیترات و نیتريت.....
16.....	1-8 نیترات و نیتريت در سبزیجات.....
19.....	1-9 روش‌های اندازه‌گیری نیترات و نیتريت.....
21.....	1-10 مروری بر کارهای انجام شده در زمینه اندازه‌گیری نیترات و نیتريت در سبزیجات و ترشیجات.....
22.....	1-10-1 منتخب مطالعات انجام گرفته در جهان.....
24.....	1-10-2 منتخب مطالعات انجام گرفته در ایران.....
26.....	1-11 درآمد.....

27	فصل دوم: مواد و روش‌ها.....
28	2-1 مقدمه.....
29	2-1-1 اساس ولتامتری.....
30	2-1-2 فن‌آوری‌های اندازه‌گیری در روش‌های ولتامتری.....
32	2-1-3 روش‌های مختلف تعیین غلظت.....
32	2-1-3-1 رسم منحنی درجه‌بندی (کالیبراسیون).....
33	2-1-3-2 روش افزایش استاندارد.....
33	2-1-4 اجزای دستگاه پلاروگراف.....
38	2-2 نمونه‌گیری.....
38	2-3 اندازه‌گیری pH نمونه‌ها.....
39	2-4 اندازه‌گیری نیتрат نمونه‌ها.....
39	2-4-1 ابزار و لوازم جانبی.....
39	2-4-2 مواد مورد نیاز.....
40	2-4-3 تهیه‌ی محلول‌های مورد نیاز.....
40	2-4-4 آماده‌سازی نمونه.....
41	2-4-5 آنالیز نمونه.....
42	2-4-6 تعیین غلظت نیترات.....



- 45.....2-5 اندازه‌گیری نیتريت نمونه‌ها
- 45.....2-5-1 ابزار و لوازم جانبی
- 46.....2-5-2 مواد مورد نیاز
- 46.....2-5-3 تهیه‌ی محلول‌های مورد نیاز
- 47.....2-5-4 آماده‌سازی نمونه
- 48.....2-5-5 آنالیز نمونه
- 49.....2-5-6 تعیین غلظت نیتريت
- 51.....فصل سوم: نتایج
- 52.....3-1 نمونه‌ها
- 56.....3-2 pH نمونه‌ها
- 61.....3-2-1 مقایسه میانگین pH نمونه‌های ترشی
- 63.....3-3 نیترات نمونه‌ها
- 63.....3-3-1 تعیین روش تعیین غلظت
- 66.....3-3-2 یک نمونه از گزارش ارائه شده به وسیله دستگاه پلاروگراف
- 68.....3-3-3 نیترات نمونه‌های ترشی
- 76.....3-3-3-1 مقایسه نیترات ترشیجات هم‌نوع در دو گروه خانگی و صنعتی
- 76.....3-3-3-2 رتبه بندی انواع ترشیجات مصرفی خانگی و صنعتی از نظر میزان نیترات

80.....	3-3-3-3 تقسیم بندی نیترات ترشیجات از لحاظ نوع اندام گیاهی
84.....	3-3-3-4 تقسیم بندی نیترات ترشیجات از لحاظ نوع سبزی
88.....	3-4 نیتريت نمونه‌ها
88.....	3-4-1 تعیین روش تعیین غلظت
89.....	3-4-2 یک نمونه از گزارش ارائه شده به وسیله دستگاه پلاروگراف
91.....	3-4-3 نیتريت نمونه‌های ترشی
99.....	3-4-3-1 مقایسه نیتريت ترشیجات هم‌نوع در دو گروه خانگی و صنعتی
100.....	3-4-3-2 رتبه بندی انواع ترشیجات مصرفی خانگی و صنعتی از نظر میزان نیتريت
103.....	3-4-3-3 تقسیم بندی نیتريت ترشیجات از لحاظ نوع اندام گیاهی
107.....	3-4-3-4 تقسیم بندی نیتريت ترشیجات از لحاظ نوع سبزی
111.....	فصل چهارم: بحث و نتیجه‌گیری
112.....	4-1 بحث
119.....	4-2 نتیجه‌گیری
119.....	4-3 پیشنهادات
121.....	فصل پنجم: منابع
132.....	چکیده انگلیسی
133.....	Index

## فهرست اشکال



صفحه	عنوان
7	شکل (1-1) حالت‌های رزونانسی نیترات و نیتريت
30	شکل (2-1) پیک حاصل از ولتامتری
31	شکل (2-2) علامت و پاسخ در روش پالس تفاضلی (Differential Pulse)
32	شکل (2-3) منحنی کالیبراسیون
33	شکل (2-4) منحنی افزایش استاندارد
34	شکل (2-5) شمایی از الکترودهای استفاده شده در ولتامتری
35	شکل (2-6) الکترودهای MME و حالت‌های مختلف آن
36	شکل (2-7) الکترودهای RDE و MME
37	شکل (2-8) دستگاه پلاروگراف مدل VA 797 ساخت شرکت متروهم
37	شکل (2-9) کپسول نیتروژن
38	شکل (2-10) دستگاه AZ pH Meter مدل AZ86502
45	شکل (2-11) معادله تشکیل دی فنیل نیتروزآمین
67	شکل (3-1) پلاروگرام نیترات مربوط به ترشی غوره
90	شکل (3-2) پلاروگرام نیتريت مربوط به ترشی غوره

## فهرست نمودارها

صفحه	عنوان
61.....	نمودار(3-1) نمودار توزیع ستونی pH در کل نمونه‌ها.....
61.....	نمودار(3-2) نمودار توزیع ستونی pH در ترشی‌های خانگی.....
62.....	نمودار(3-3) نمودار توزیع ستونی pH در ترشی‌های صنعتی.....
62.....	نمودار(3-4) نمودار جعبه نقطه‌ای مقایسه pH در ترشی‌های صنعتی و خانگی.....
64.....	نمودار(3-5) نمودار کالیبراسیون غلظت-آمپر.....
74.....	نمودار(3-6) نمودار توزیع ستونی نیترات در کل نمونه‌ها.....
74.....	نمودار(3-7) نمودار توزیع ستونی نیترات در ترشی‌های خانگی.....
75.....	نمودار(3-8) نمودار توزیع ستونی نیترات در ترشی‌های صنعتی.....
75.....	نمودار(3-9) نمودار جعبه نقطه‌ای و مقایسه مقدار نیترات در ترشی‌های صنعتی و خانگی.....
76.....	نمودار(3-10) مقایسه نیترات در ترشیجات همسان خانگی و صنعتی.....
79.....	نمودار(3-11) رتبه بندی نیترات ترشیجات خانگی.....
79.....	نمودار(3-12) رتبه بندی نیترات ترشیجات صنعتی.....
81.....	نمودار(3-13) نمودار توزیع ستونی نیترات در ترشیجات حاوی اندام‌های هوایی گیاه.....
82.....	نمودار(3-14) نمودار توزیع ستونی نیترات در ترشیجات حاوی اندام‌های زمینی گیاه.....

نمودار(3-15) نمودار توزیع ستونی نیترات در ترشیجات حاوی مخلوط اندام‌های هوایی و زمینی

گیاه..82

نمودار(3-16) نمودار جعبه نقطه‌ای و مقایسه مقدار نیترات ترشیجات از لحاظ نوع اندام گیاهی.....83

نمودار(3-17) نمودار توزیع ستونی نیترات در ترشیجات حاوی سبزیجات برگی.....85

نمودار(3-18) نمودار توزیع ستونی نیترات در ترشیجات حاوی سبزیجات غده‌ای.....86

نمودار(3-19) نمودار توزیع ستونی نیترات در ترشیجات حاوی سبزیجات میوه‌ای.....86

نمودار(3-20) نمودار توزیع ستونی نیترات در ترشیجات حاوی مخلوط سبزیجات.....87

نمودار(3-21) نمودار جعبه نقطه‌ای و مقایسه مقدار نیترات ترشیجات از لحاظ نوع سبزی.....87

نمودار(3-22) نمودار توزیع ستونی نیتريت در کل نمونه‌ها.....97

نمودار(3-23) نمودار توزیع ستونی نیتريت در ترشی‌های خانگی.....97

نمودار(3-24) نمودار توزیع ستونی نیتريت در ترشی‌های صنعتی.....98

نمودار(3-25) نمودار جعبه نقطه‌ای و مقایسه مقدار نیتريت در ترشی‌های صنعتی و خانگی.....98

نمودار(3-26) نمودار مقایسه نیتريت در ترشیجات همسان خانگی و صنعتی.....99

نمودار(3-27) رتبه بندی نیتريت ترشیجات خانگی.....102

نمودار(3-28) رتبه بندی نیتريت ترشیجات صنعتی.....102

نمودار(3-29) نمودار توزیع ستونی نیتريت در ترشیجات حاوی اندام‌های هوایی گیاه.....104

نمودار(3-30) نمودار توزیع ستونی نیتريت در ترشیجات حاوی اندام‌های زمینی گیاه.....105

نمودار(3-31) نمودار توزیع ستونی نیتريت در ترشيجات حاوی مخلوط اندام‌های هوایی و زمینی گیاه.....105

نمودار(3-32) نمودار جعبه نقطه‌ای و مقایسه مقدار نیتريت ترشيجات از لحاظ نوع اندام گیاهی.....106

نمودار(3-33) نمودار توزیع ستونی نیتريت در ترشيجات حاوی سبزیجات برگی.....108

نمودار(3-34) نمودار توزیع ستونی نیتريت در ترشيجات حاوی سبزیجات غده‌ای.....109

نمودار(3-35) نمودار توزیع ستونی نیتريت در ترشيجات حاوی سبزیجات میوه‌ای.....109

نمودار(3-36) نمودار توزیع ستونی نیتريت در ترشيجات حاوی مخلوط سبزیجات.....110

نمودار(3-37) نمودار جعبه نقطه‌ای و مقایسه مقدار نیتريت ترشيجات از لحاظ نوع سبزی.....110

## فهرست جداول



صفحه	عنوان
14.....	جدول (1-1) نیترات در آب آشامیدنی و اثر آن بر انسان و حیوان
18.....	جدول (1-2) مقدار نیترات در برخی از سبزیجات.....
41.....	جدول (2-1) پارامترهای اندازه‌گیری آنالیز یون نیترات.....
48.....	جدول (2-2) پارامترهای اندازه‌گیری آنالیز یون نیتريت.....
52.....	جدول (3-1) نمونه‌های خانگی (سنتی) و محتوی آن‌ها.....
53.....	جدول (3-2) نمونه‌های صنعتی و محتوی آن‌ها.....
54.....	جدول (3-3) تقسیم‌بندی نمونه‌های خانگی (سنتی) بر حسب نوع اندام و سبزی.....
54.....	جدول (3-4) تقسیم‌بندی نمونه‌های صنعتی بر حسب نوع اندام و سبزی.....
56.....	جدول (3-5) pH نمونه‌های ترشی خانگی (سنتی).....
57.....	جدول (3-6) pH نمونه‌های ترشی صنعتی.....
59.....	جدول (3-7) شاخص‌های آماری مربوط به pH کل نمونه‌ها.....
60.....	جدول (3-8) شاخص‌های آماری مربوط به pH نمونه‌های خانگی (سنتی).....

- جدول (3-9) شاخص‌های آماری مربوط به pH نمونه‌های صنعتی.....60
- جدول (3-10) غلظت گزارش شده به روش افزایش استاندارد.....63
- جدول (3-11) آمپرهاي گزارش شده به وسيله دستگاه پلاوگراف.....64
- جدول (3-12) غلظت گزارش شده به روش منحنی درجه‌بندی.....65
- جدول (3-13) نیترات نمونه‌های ترشی خانگی (سنتی).....68
- جدول (3-14) نیترات نمونه‌های ترشی صنعتی.....69
- جدول (3-15) شاخص‌های آماری مربوط به نیترات کل نمونه‌ها.....72
- جدول (3-16) شاخص‌های آماری مربوط به نیترات ترشی خانگی.....72
- جدول (3-17) شاخص‌های آماری مربوط به نیترات ترشی صنعتی.....73
- جدول (3-18) مقایسه نیترات در ترشیجات هم‌نوع خانگی و صنعتی.....76
- جدول (3-19) رتبه‌بندی ترشیجات از نظر میزان نیترات در گروه خانگی.....77
- جدول (3-20) رتبه‌بندی ترشیجات از نظر میزان نیترات در گروه صنعتی.....78
- جدول (3-21) شاخص‌های آماری مربوط به نیترات ترشیجات از لحاظ نوع اندام گیاهی.....80
- جدول (3-22) شاخص‌های آماری مربوط به نیترات ترشیجات از لحاظ نوع سبزی.....84
- جدول (3-23) غلظت گزارش شده به روش افزایش استاندارد.....88
- جدول (3-24) نیتريت نمونه‌های ترشی خانگی (سنتی).....91
- جدول (3-25) نیتريت نمونه‌های ترشی صنعتی.....92



- جدول (3-26) شاخص‌های آماری مربوط به نیتريت كل نمونه‌ها.....95
- جدول (3-27) شاخص‌های آماری مربوط به نیتريت ترشی خانگی.....95
- جدول (3-28) شاخص‌های آماری مربوط به نیتريت ترشی صنعتی.....96
- جدول (3-29) مقایسه نیتريت در ترشیجات هم‌نوع خانگی و صنعتی.....99
- جدول (3-30) رتبه‌بندی ترشیجات از نظر میزان نیتريت در گروه خانگی.....100
- جدول (3-31) رتبه‌بندی ترشیجات از نظر میزان نیتريت در گروه صنعتی.....101
- جدول (3-32) شاخص‌های آماری مربوط به نیتريت ترشیجات از لحاظ نوع اندام گیاهی.....103
- جدول (3-33) شاخص‌های آماری مربوط به نیتريت ترشیجات از لحاظ نوع سبزی.....107

ABBREVIATIONS	MEANING	ABBREVIATIONS	MEANING
ADI	Accepted Daily Intake	MDA	Malondialdehyde
AE	Auxiliary Electrode	MME	Multi Mode Electrode
ApoB	Apolipoprotein B	NPP	<b>Normal Pulse Polarography</b>
CECSCF	Commission of the European Communities Scientific Committee for Food	OSCC	Oesophageal Squamous Cell Carcinoma
CPE	Carbon Paste Electrodes	Ox-LDL	Oxidized-Low Density Lipoprotein
DCP	Direct Current Polarography	PPM	Parts Per Million
DME	Drop Mercury Electrode	PPT	Parts Per Trillion
DPP	<b>Differential Pulse Polarography</b>	RDE	Rotating Disc Electrode
EC	European Community	RE	Reference Electrode
GC	Gas Chromatography Method	SMDE	Static Mercury Drop Electrode
GCE	Glassy Carbon Electrodes	TC	Total Cholesterol
HMDE	Hanging Mercury Drop Electrode	TMFE	Thin Mercury Film Electrode
HPLC	High Performance Liquid Chromatographic Method	WE	Working Electrode
IA	Ion Analyzer		
IC	Ion Chromatography		
IUPAC	<i>International Union of Pure and Applied Chemistry</i>		
K-S	Kolmogorov-Smirnov		
K-W	Kruskal-Wallis		
LDL-C	Low Density Lipoprotein – Cholesterol		

اختصارات:

## چکیده فارسی

کلیات: نیترات به‌طور عمده از طریق آب آشامیدنی، سبزی‌ها و سایر مواد غذایی وارد بدن می‌شود. با وجود این‌که نیترات برای انسان سمی نمی‌باشد ولی در شرایط ویژه به ترکیب‌های سمی نیتريت و ترکیب‌های سرطان‌زای N-نیتروزو تبدیل می‌شود. مدارک معتبری دال بر سرطان‌زایی ترکیبات N-نیتروزو در گونه‌های مختلف حیوانی ارایه شده است. با توجه به کم بودن pH در ترشیجات و نیز به‌کارگیری برخی سبزیجات در تهیه ترشی، که میزان نیترات و نیتريت زیادی دارند امکان وجود مقادیر زیاد نیترات و نیتريت در این ماده غذایی وجود دارد.

**مواد و روش‌ها:** در این تحقیق 16 نمونه از ترشیجات خانگی و 45 نمونه از ترشیجات صنعتی از فروشگاه‌های شهر زنجان جمع‌آوری شدند. در ابتدا pH ترشیجات اندازه‌گیری شد و در مرحله بعدی پس از تهیه و آماده‌سازی نمونه‌ها، در خصوص نیترات 1 میلی‌لیتر از محلول آماده شده با 1 میلی‌لیتر فنول مایع، 4 میلی‌لیتر اسید سولفوریک 96 درصد و 4 میلی‌لیتر آب دیونایز به ظرف پلاروگراف انتقال یافت و سپس میزان نیترات سنجیده شد. در خصوص نیتريت 10 میلی‌لیتر از محلول آماده شده با 3 میلی‌لیتر الکترولیت حامل و 1 میلی‌لیتر محلول دی‌فنیل‌آمین به ظرف پلاروگراف افزوده شد و اندازه‌گیری نیتريت انجام گرفت. در هر دو مورد از دستگاه پلاروگراف و متد DME با مد DP استفاده شد. و داده‌ها با استفاده از آزمون‌های آماری T-Test، ANOVA، Mann-Whitney و Kruskal-Wallis و به‌کمک نرم افزار SPSS (نسخه 20) تجزیه و تحلیل شدند.

**یافته‌ها:** براساس نتایج، میانگین pH و نیترات ترشیجات صنعتی به‌طور معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) کم‌تر از ترشیجات خانگی بود. درحالی‌که مقایسه نیتريت بین این ترشیجات نشان داد که از لحاظ آماری بین مقدار میانگین نیتريت دو گروه، اختلاف معنی‌داری ( $p > 0.05$ ) وجود ندارد. ولی با این وجود میانگین

نیتريت ترشيجات صنعتی بيش تر از از ترشيجات خانگی بود و در کل ميزان نيترات و نيتريت ترشيجات در مقایسه با مقادير استاندارد در محدوده مجاز قرار داشت.

**بحث و نتیجه گیری:** با توجه به نتایج pH، احتمال استفاده از سرکه های مصنوعی (صنعتی) در ترشيجات صنعتی وجود دارد. برای توجیه بيش تر بودن نيترات ترشيجات خانگی می توان به نوع سبزیجات، آب و سرکه مصرفی در فرآوری ترشی اشاره کرد. با توجه به بيش تر بودن نيتريت ترشيجات صنعتی به نظر می رسد از سدیم نيتريت در ترشيجات صنعتی به عنوان نگهدارنده استفاده شده است. به علاوه ممکن است که در اثر pH کم تر ترشيجات صنعتی، نيترات موجود در این نمونه ها به نيتريت تبدیل شده باشد که دلیلی برای افزایش وجود نيتريت در نمونه های صنعتی بوده و هم دلیل دیگری برای کم تر بودن نيترات نمونه های صنعتی در مقایسه با نمونه های خانگی می تواند باشد.