

المجلد: 2

العدد: 12



مجلة جامعة حماة



2019 ميلادي / 1441 هجري

ISSN Online(2706-9214)

المجلد: الثاني

العدد: الثاني عشر



مجلة جامعة حماة

2019 / ميلادي

1441 / هجري

مجلة جامعة حماة

هي مجلة علمية محكمة دورية سنوية متخصصة تصدر عن جامعة حماة

المدير المسؤول: الأستاذ الدكتور محمد زياد سلطان رئيس جامعة حماة.

رئيس هيئة التحرير: الأستاذ الدكتور سامر كامل إبراهيم.

سكرتير هيئة التحرير (مدير مكتب المجلة): م.وفاء الفيل.

أعضاء هيئة التحرير:

- | | |
|------------------------|---------------------------|
| أ.د. درغام الرحال. | أ.د. عبد الكريم قلب اللوز |
| أ.د. عبد الرزاق سالم. | أ.م.د. أسمهان خلف. |
| أ.د. محمد زهير الأحمد. | أ.م.د. عادل علوش. |
| أ.م.د. حسان الحلبيّة. | أ.م.د. محمد أيمن الصباغ. |
| د.خالد زغريت. | |

الهيئة الاستشارية:

- | | |
|------------------------|--------------------|
| أ.د. دارم طباع. | أ.د. صفوان العساف. |
| أ.د. راتب سكر. | أ.د. كنجو كنجو. |
| أ.د. محمد فاضل. | أ.د. رباب الصباغ. |
| أ.م.د. محمد سبيع العرب | |

الإشراف اللغوي:

- | | |
|-----------------|--------------------|
| أ.د. محمد فلفل. | أ.م.د. مها السلوم. |
|-----------------|--------------------|

مجلة جامعة حماة

أهداف المجلة:

مجلة جامعة حماة هي مجلة علمية محكمة دورية سنوية متخصصة تصدر عن جامعة حماة تهدف إلى:

1- نشر البحوث العلمية الأصيلة باللغتين العربية أو الإنكليزية التي تتسم بمزايا المعرفة الإنسانية الحضارية والعلوم التطبيقية المتطورة، وتسهم في تطويرها، وترقى إلى أعلى درجات الجودة والابتكار والتميز، في مختلف الميادين الطبية، والهندسية، والتقانية، والطب البيطري، والعلوم، والاقتصاد، والآداب والعلوم الإنسانية، وذلك بعد عرضها على مقومين علميين مختصين.

2- نشر البحوث الميدانية والتطبيقية المتميزة في مجالات تخصص المجلة.

3- نشر الملاحظات البحثية، وتقارير الحالات المرضية، والمقالات الصغيرة في مجالات تخصص المجلة.

رسالة المجلة:

- تشجيع الأكاديميين والباحثين السوريين والعرب على إنجاز بحوثهم المبتكرة.
- ضبط آلية البحث العلمي، وتمييز الأصيل من المزيف، بعرض البحوث المقدمة إلى المجلة على المختصين والخبراء.
- تسهم المجلة في إغناء البحث العلمي والمناهج العلمية، والتزام معايير جودة البحث العلمي الأصيل.
- تسعى إلى نشر المعرفة وتعميمها في مجالات تخصص المجلة، وتسهم في تطوير المجالات الخدمية في المجتمع.
- تحفز الباحثين على تقديم البحوث التي تُعنى بتطوير مناهج البحث العلمي وتجديدها.
- تستقبل اقتراحات الباحثين والعلماء حول كل ما يسهم في تقدم البحث العلمي وفي تطوير المجلة.
- تعميم الفائدة المرجوة من نشر محتوياتها العلمية، بوضع أعدادها بين أيدي القراء والباحثين على موقع المجلة في الشبكة (الإنترنت) وتطوير الموقع وتحديثه.

قواعد النشر في مجلة جامعة حماة:

- أ- أن تكون المادة المرسله للنشر أصيلة، ذات قيمة علمية ومعرفية إضافية، وتتمتع بسلامة اللغة، ودقة التوثيق.
- ب- ألا تكون منشورة أو مقبولة للنشر في مجلات أخرى، أو مرفوضة من مجلة أخرى، ويتعهد الباحث بمضمون ذلك بملء استمارة إيداع خاصة بالمجلة.
- ت- يتم تقييم البحث من ذوي الاختصاص قبل قبوله للنشر ويصبح ملكاً لها، ولا يحق للباحث سحب الأوليات في حال رفض نشر البحث.
- ث- لغة النشر هي العربية أو الإنجليزية، على أن تزود إدارة المجلة بملخص للمادة المقدمة للنشر في نصف صفحة (250 كلمة) بغير اللغة التي كتب بها البحث، وأن يتبع كل ملخص بالكلمات المفتاحية Key words .

إيداع البحوث العلمية للنشر:

أولاً - تقدم مادة النشر إلى رئيس هيئة تحرير المجلة على أربع نسخ ورقية (تتضمن نسخة واحدة اسم الباحث أو الباحثين وعناوينهم، وأرقام هواتفهم، وتغفل في النسخ الأخرى أسماء الباحثين أو أية إشارة إلى هويتهم)، وتقدم نسخة إلكترونية مطبوعة على الحاسوب بخط نوع Simplified Arabic، ومقاس 12 على وجه واحد من الورق بقياس 210×297 مم (A4) .
وتترك مساحة بيضاء بمقدار 2.5 سم من الجوانب الأربعة، على ألا يزيد عدد صفحات البحث كلها عن خمس عشرة صفحة

ترقيم الصفحات وسط أسفل الصفحة)، وأن تكون متوافقة مع أنظمة (Microsoft Word 2007) في الأقل، وبمسافات مفردة بما في ذلك الجداول والأشكال والمصادر، ومحفوظة على قرص مدمج CD، أو ترسل إلكترونياً على البريد الإلكتروني الخاص بالمجلة.

ثانياً - تقدم مادة النشر مرفقة بتعهد خطي يؤكد بأن البحث لم ينشر، أو لم يقدم للنشر في مجلة أخرى، أو مرفوضة من مجلة أخرى.

ثالثاً - يحق لهيئة تحرير المجلة إعادة الموضوع لتحسين الصياغة، أو إحداث أية تغييرات، من حذف، أو إضافة، بما يتناسب مع الأسس العلمية وشروط النشر في المجلة.

رابعاً - تلتزم المجلة بإشعار مقدم البحث بوصول بحثه في موعد أقصاه أسبوعين من تاريخ استلامه، كما تلتزم المجلة بإشعار الباحث بقبول البحث للنشر من عدمه فور إتمام إجراءات التقويم.

خامساً - يرسل البحث المودع للنشر بسرّية تامة إلى ثلاثة محكمين متخصصين بمادته العلمية، ويتم إخطار ذوي العلاقة بملاحظات المحكمين ومقترحاتهم، ليؤخذ بها من قبل المودعين؛ تلبيةً لشروط النشر في المجلة، وتحقيقاً للسوية العلمية المطلوبة.

سادساً - يعد البحث مقبولاً للنشر في المجلة في حال قبول المحكمين الثلاثة (أو اثنين منهم على الأقل) للبحث بعد إجراء التعديلات المطلوبة وقبولها من قبل المحكمين.

- إذا رفض المحكم الثالث البحث بمبررات علمية منطقية تجدها هيئة التحرير أساسية وجوهرية، فلا يقبل البحث للنشر حتى ولو وافق عليه المحكمان الآخران.

قواعد إعداد مخطوطة البحث للنشر في أبحاث الكليات التطبيقية:

أولاً - يشترط في البحث المقدم أن يكون حسب الترتيب الآتي: العنوان، الملخص باللغتين العربية والإنكليزية، المقدمة، هدف البحث، مواد البحث وطرائقه، النتائج والمناقشة، الاستنتاجات والتوصيات، وأخيراً المراجع العلمية.

- العنوان:

يجب أن يكون مختصراً وواضحاً ومعبراً عن مضمون البحث. خط العنوان بلغة النشر غامق، وبحجم (14)، يوضع تحته بفصل سطر واحد اسم الباحث / الباحثين بحجم (12) غامق، وعنوانه، وصفته العلمية، والمؤسسة العلمية التي يعمل فيها، وعنوان البريد الإلكتروني للباحث الأول، ورقم الهاتف المحمول بحجم (12) عادي. ويجب أن يتكرر عنوان البحث ثانياً وباللغة الإنكليزية في الصفحة التي تتضمن الملخص. Abstract. خط العناوين الثانوية يجب أن يكون غامقاً بحجم (12)، أما خط متن النص؛ فيجب أن يكون عادياً بحجم (12).

- الملخص أو الموجز:

يجب ألا يتجاوز الملخص 250 كلمة، وأن يكون مسبقاً بالعنوان، ويوضع في صفحة منفصلة باللغة العربية، ويكتب الملخص في صفحة ثانية منفصلة باللغة الإنكليزية. ويجب أن يتضمن أهداف الدراسة، ونبذة مختصرة عن طريقة العمل، والنتائج التي تمخضت عنها، وأهميتها في رأي الباحث، والاستنتاج الذي توصل إليه الباحث.

- المقدمة:

تشمل مختصراً عن الدراسة المرجعية لموضوع البحث، وتدرج فيه المعلومات الحديثة، والهدف الذي من أجله أجري البحث.

- المواد وطرائق البحث:

تذكر معلومات وافية عن مواد وطريقة العمل، وتدعم بمصادر كافية حديثة، وتستعمل وحدات القياس المترية والعالمية في البحث. ويذكر البرنامج الإحصائي والطريقة الإحصائية المستعملة في تحليل البيانات، وتعرف الرموز والمختصرات والعلامات الإحصائية المعتمدة للمقارنة.

- النتائج والمناقشة:

تعرض بدقة، ويجب أن تكون جميع النتائج مدعمة بالأرقام، وأن تقدم الأشكال والجدول والرسومات البيانية معلومات وافية مع عدم إعادة المعلومات في متن البحث، وترقم بحسب ورودها في متن البحث، ويشار إلى الأهمية العلمية للنتائج، ومناقشتها مع دعمها بمصادر حديثة. وتشتمل المناقشة على تفسير حصول النتائج من خلال الحقائق والمبادئ الأولية ذات العلاقة، ويجب إظهار مدى الاتفاق أو عدمه مع الدراسات السابقة مع التفسير الشخصي للباحث، ورأيه في حصول هذه النتيجة.

- الاستنتاجات:

يذكر الباحث الاستنتاجات التي توصل إليها مختصرةً في نهاية المناقشة، مع ذكر التوصيات والمقترحات عند الضرورة.

- الشكر والتقدير:

يمكن للباحث أن يذكر الجهات المساندة التي قدمت المساعدات المالية والعلمية، والأشخاص الذين أسهموا في البحث ولم يتم إدراجهم بوصفهم باحثين.

ثانياً- الجداول:

يوضع كل جدول مهما كان صغيراً في مكانه الخاص، وتأخذ الجداول أرقاماً متسلسلة، ويوضع لكل منها عنوان خاص به، يكتب أعلى الجدول، وتوظف الرموز * و** و*** للإشارة إلى معنوية التحليل الإحصائي، عند المستويات 0.05 أو 0.01 أو 0.001 على الترتيب، ولا تستعمل هذه الرموز للإشارة إلى أية حاشية أو ملحوظة في أي من هوامش البحث. وتوصي المجلة باستعمال الأرقام العربية (1، 2، 3، 4، 5، 6، 7، 8، 9، 10، 11، 12، 13، 14، 15، 16، 17، 18، 19، 20، 21، 22، 23، 24، 25، 26، 27، 28، 29، 30، 31، 32، 33، 34، 35، 36، 37، 38، 39، 40، 41، 42، 43، 44، 45، 46، 47، 48، 49، 50، 51، 52، 53، 54، 55، 56، 57، 58، 59، 60، 61، 62، 63، 64، 65، 66، 67، 68، 69، 70، 71، 72، 73، 74، 75، 76، 77، 78، 79، 80، 81، 82، 83، 84، 85، 86، 87، 88، 89، 90، 91، 92، 93، 94، 95، 96، 97، 98، 99، 100، 101، 102، 103، 104، 105، 106، 107، 108، 109، 110، 111، 112، 113، 114، 115، 116، 117، 118، 119، 120، 121، 122، 123، 124، 125، 126، 127، 128، 129، 130، 131، 132، 133، 134، 135، 136، 137، 138، 139، 140، 141، 142، 143، 144، 145، 146، 147، 148، 149، 150، 151، 152، 153، 154، 155، 156، 157، 158، 159، 160، 161، 162، 163، 164، 165، 166، 167، 168، 169، 170، 171، 172، 173، 174، 175، 176، 177، 178، 179، 180، 181، 182، 183، 184، 185، 186، 187، 188، 189، 190، 191، 192، 193، 194، 195، 196، 197، 198، 199، 200، 201، 202، 203، 204، 205، 206، 207، 208، 209، 210، 211، 212، 213، 214، 215، 216، 217، 218، 219، 220، 221، 222، 223، 224، 225، 226، 227، 228، 229، 230، 231، 232، 233، 234، 235، 236، 237، 238، 239، 240، 241، 242، 243، 244، 245، 246، 247، 248، 249، 250، 251، 252، 253، 254، 255، 256، 257، 258، 259، 260، 261، 262، 263، 264، 265، 266، 267، 268، 269، 270، 271، 272، 273، 274، 275، 276، 277، 278، 279، 280، 281، 282، 283، 284، 285، 286، 287، 288، 289، 290، 291، 292، 293، 294، 295، 296، 297، 298، 299، 300، 301، 302، 303، 304، 305، 306، 307، 308، 309، 310، 311، 312، 313، 314، 315، 316، 317، 318، 319، 320، 321، 322، 323، 324، 325، 326، 327، 328، 329، 330، 331، 332، 333، 334، 335، 336، 337، 338، 339، 340، 341، 342، 343، 344، 345، 346، 347، 348، 349، 350، 351، 352، 353، 354، 355، 356، 357، 358، 359، 360، 361، 362، 363، 364، 365، 366، 367، 368، 369، 370، 371، 372، 373، 374، 375، 376، 377، 378، 379، 380، 381، 382، 383، 384، 385، 386، 387، 388، 389، 390، 391، 392، 393، 394، 395، 396، 397، 398، 399، 400، 401، 402، 403، 404، 405، 406، 407، 408، 409، 410، 411، 412، 413، 414، 415، 416، 417، 418، 419، 420، 421، 422، 423، 424، 425، 426، 427، 428، 429، 430، 431، 432، 433، 434، 435، 436، 437، 438، 439، 440، 441، 442، 443، 444، 445، 446، 447، 448، 449، 450، 451، 452، 453، 454، 455، 456، 457، 458، 459، 460، 461، 462، 463، 464، 465، 466، 467، 468، 469، 470، 471، 472، 473، 474، 475، 476، 477، 478، 479، 480، 481، 482، 483، 484، 485، 486، 487، 488، 489، 490، 491، 492، 493، 494، 495، 496، 497، 498، 499، 500، 501، 502، 503، 504، 505، 506، 507، 508، 509، 510، 511، 512، 513، 514، 515، 516، 517، 518، 519، 520، 521، 522، 523، 524، 525، 526، 527، 528، 529، 530، 531، 532، 533، 534، 535، 536، 537، 538، 539، 540، 541، 542، 543، 544، 545، 546، 547، 548، 549، 550، 551، 552، 553، 554، 555، 556، 557، 558، 559، 560، 561، 562، 563، 564، 565، 566، 567، 568، 569، 570، 571، 572، 573، 574، 575، 576، 577، 578، 579، 580، 581، 582، 583، 584، 585، 586، 587، 588، 589، 590، 591، 592، 593، 594، 595، 596، 597، 598، 599، 600، 601، 602، 603، 604، 605، 606، 607، 608، 609، 610، 611، 612، 613، 614، 615، 616، 617، 618، 619، 620، 621، 622، 623، 624، 625، 626، 627، 628، 629، 630، 631، 632، 633، 634، 635، 636، 637، 638، 639، 640، 641، 642، 643، 644، 645، 646، 647، 648، 649، 650، 651، 652، 653، 654، 655، 656، 657، 658، 659، 660، 661، 662، 663، 664، 665، 666، 667، 668، 669، 670، 671، 672، 673، 674، 675، 676، 677، 678، 679، 680، 681، 682، 683، 684، 685، 686، 687، 688، 689، 690، 691، 692، 693، 694، 695، 696، 697، 698، 699، 700، 701، 702، 703، 704، 705، 706، 707، 708، 709، 710، 711، 712، 713، 714، 715، 716، 717، 718، 719، 720، 721، 722، 723، 724، 725، 726، 727، 728، 729، 730، 731، 732، 733، 734، 735، 736، 737، 738، 739، 740، 741، 742، 743، 744، 745، 746، 747، 748، 749، 750، 751، 752، 753، 754، 755، 756، 757، 758، 759، 760، 761، 762، 763، 764، 765، 766، 767، 768، 769، 770، 771، 772، 773، 774، 775، 776، 777، 778، 779، 780، 781، 782، 783، 784، 785، 786، 787، 788، 789، 790، 791، 792، 793، 794، 795، 796، 797، 798، 799، 800، 801، 802، 803، 804، 805، 806، 807، 808، 809، 810، 811، 812، 813، 814، 815، 816، 817، 818، 819، 820، 821، 822، 823، 824، 825، 826، 827، 828، 829، 830، 831، 832، 833، 834، 835، 836، 837، 838، 839، 840، 841، 842، 843، 844، 845، 846، 847، 848، 849، 850، 851، 852، 853، 854، 855، 856، 857، 858، 859، 860، 861، 862، 863، 864، 865، 866، 867، 868، 869، 870، 871، 872، 873، 874، 875، 876، 877، 878، 879، 880، 881، 882، 883، 884، 885، 886، 887، 888، 889، 890، 891، 892، 893، 894، 895، 896، 897، 898، 899، 900، 901، 902، 903، 904، 905، 906، 907، 908، 909، 910، 911، 912، 913، 914، 915، 916، 917، 918، 919، 920، 921، 922، 923، 924، 925، 926، 927، 928، 929، 930، 931، 932، 933، 934، 935، 936، 937، 938، 939، 940، 941، 942، 943، 944، 945، 946، 947، 948، 949، 950، 951، 952، 953، 954، 955، 956، 957، 958، 959، 960، 961، 962، 963، 964، 965، 966، 967، 968، 969، 970، 971، 972، 973، 974، 975، 976، 977، 978، 979، 980، 981، 982، 983، 984، 985، 986، 987، 988، 989، 990، 991، 992، 993، 994، 995، 996، 997، 998، 999، 1000، 1001، 1002، 1003، 1004، 1005، 1006، 1007، 1008، 1009، 1010، 1011، 1012، 1013، 1014، 1015، 1016، 1017، 1018، 1019، 1020، 1021، 1022، 1023، 1024، 1025، 1026، 1027، 1028، 1029، 1030، 1031، 1032، 1033، 1034، 1035، 1036، 1037، 1038، 1039، 1040، 1041، 1042، 1043، 1044، 1045، 1046، 1047، 1048، 1049، 1050، 1051، 1052، 1053، 1054، 1055، 1056، 1057، 1058، 1059، 1060، 1061، 1062، 1063، 1064، 1065، 1066، 1067، 1068، 1069، 1070، 1071، 1072، 1073، 1074، 1075، 1076، 1077، 1078، 1079، 1080، 1081، 1082، 1083، 1084، 1085، 1086، 1087، 1088، 1089، 1090، 1091، 1092، 1093، 1094، 1095، 1096، 1097، 1098، 1099، 1100، 1101، 1102، 1103، 1104، 1105، 1106، 1107، 1108، 1109، 1110، 1111، 1112، 1113، 1114، 1115، 1116، 1117، 1118، 1119، 1120، 1121، 1122، 1123، 1124، 1125، 1126، 1127، 1128، 1129، 1130، 1131، 1132، 1133، 1134، 1135، 1136، 1137، 1138، 1139، 1140، 1141، 1142، 1143، 1144، 1145، 1146، 1147، 1148، 1149، 1150، 1151، 1152، 1153، 1154، 1155، 1156، 1157، 1158، 1159، 1160، 1161، 1162، 1163، 1164، 1165، 1166، 1167، 1168، 1169، 1170، 1171، 1172، 1173، 1174، 1175، 1176، 1177، 1178، 1179، 1180، 1181، 1182، 1183، 1184، 1185، 1186، 1187، 1188، 1189، 1190، 1191، 1192، 1193، 1194، 1195، 1196، 1197، 1198، 1199، 1200، 1201، 1202، 1203، 1204، 1205، 1206، 1207، 1208، 1209، 1210، 1211، 1212، 1213، 1214، 1215، 1216، 1217، 1218، 1219، 1220، 1221، 1222، 1223، 1224، 1225، 1226، 1227، 1228، 1229، 1230، 1231، 1232، 1233، 1234، 1235، 1236، 1237، 1238، 1239، 1240، 1241، 1242، 1243، 1244، 1245، 1246، 1247، 1248، 1249، 1250، 1251، 1252، 1253، 1254، 1255، 1256، 1257، 1258، 1259، 1260، 1261، 1262، 1263، 1264، 1265، 1266، 1267، 1268، 1269، 1270، 1271، 1272، 1273، 1274، 1275، 1276، 1277، 1278، 1279، 1280، 1281، 1282، 1283، 1284، 1285، 1286، 1287، 1288، 1289، 1290، 1291، 1292، 1293، 1294، 1295، 1296، 1297، 1298، 1299، 1300، 1301، 1302، 1303، 1304، 1305، 1306، 1307، 1308، 1309، 1310، 1311، 1312، 1313، 1314، 1315، 1316، 1317، 1318، 1319، 1320، 1321، 1322، 1323، 1324، 1325، 1326، 1327، 1328، 1329، 1330، 1331، 1332، 1333، 1334، 1335، 1336، 1337، 1338، 1339، 1340، 1341، 1342، 1343، 1344، 1345، 1346، 1347، 1348، 1349، 1350، 1351، 1352، 1353، 1354، 1355، 1356، 1357، 1358، 1359، 1360، 1361، 1362، 1363، 1364، 1365، 1366، 1367، 1368، 1369، 1370، 1371، 1372، 1373، 1374، 1375، 1376، 1377، 1378، 1379، 1380، 1381، 1382، 1383، 1384، 1385، 1386، 1387، 1388، 1389، 1390، 1391، 1392، 1393، 1394، 1395، 1396، 1397، 1398، 1399، 1400، 1401، 1402، 1403، 1404، 1405، 1406، 1407، 1408، 1409، 1410، 1411، 1412، 1413، 1414، 1415، 1416، 1417، 1418، 1419، 1420، 1421، 1422، 1423، 1424، 1425، 1426، 1427، 1428، 1429، 1430، 1431، 1432، 1433، 1434، 1435، 1436، 1437، 1438، 1439، 1440، 1441، 1442، 1443، 1444، 1445، 1446، 1447، 1448، 1449، 1450، 1451، 1452، 1453، 1454، 1455، 1456، 1457، 1458، 1459، 1460، 1461، 1462، 1463، 1464، 1465، 1466، 1467، 1468، 1469، 1470، 1471، 1472، 1473، 1474، 1475، 1476، 1477، 1478، 1479، 1480، 1481، 1482، 1483، 1484، 1485، 1486، 1487، 1488، 1489، 1490، 1491، 1492، 1493، 1494، 1495، 1496، 1497، 1498، 1499، 1500، 1501، 1502، 1503، 1504، 1505، 1506، 1507، 1508، 1509، 1510، 1511، 1512، 1513، 1514، 1515، 1516، 1517، 1518، 1519، 1520، 1521، 1522، 1523، 1524، 1525، 1526، 1527، 1528، 1529، 1530، 1531، 1532، 1533، 1534، 1535، 1536، 1537، 1538، 1539، 1540، 1541، 1542، 1543، 1544، 1545، 1546، 1547، 1548، 1549، 1550، 1551، 1552، 1553، 1554، 1555، 1556، 1557، 1558، 1559، 1560، 1561، 1562، 1563، 1564، 1565، 1566، 1567، 1568، 1569، 1570، 1571، 1572، 1573، 1574، 1575، 1576، 1577، 1578، 1579، 1580، 1581، 1582، 1583، 1584، 1585، 1586، 1587، 1588، 1589، 1590، 1591، 1592، 1593، 1594، 1595، 1596، 1597، 1598، 1599، 1600، 1601، 1602، 1603، 1604، 1605، 1606، 1607، 1608، 1609، 1610، 1611، 1612، 1613، 1614، 1615، 1616، 1617، 1618، 1619، 1620، 1621، 1622، 1623، 1624، 1625، 1626، 1627، 1628، 1629، 1630، 1631، 1632، 1633، 1634، 1635، 1636، 1637، 1638، 1639، 1640، 1641، 1642، 1643، 1644، 1645، 1646، 1647، 1648، 1649، 1650، 1651، 1652، 1653، 1654، 1655، 1656، 1657، 1658، 1659، 1660، 1661، 1662، 1663، 1664، 1665، 1666، 1667، 1668، 1669، 1670، 1671، 1672، 1673، 1674، 1675، 1676، 1677، 1678، 1679، 1680، 1681، 1682، 1683، 1684، 1685، 1686، 1687، 1688، 1689، 1690، 1691، 1692، 1693، 1694، 1695، 1696، 1697، 1698، 1699، 1700، 1701، 1702، 1703، 1704، 1705، 1706، 1707، 1708، 1709، 1710، 1711، 1712، 1713، 1714، 1715، 1716، 1717، 1718، 1719، 1720، 1721، 1722، 1723، 1724، 1725، 1726، 1727، 1728، 1729، 1730، 1731، 1732، 1733، 1734، 1735، 1736، 1737، 1738، 1739، 1740، 1741، 1742، 1743، 1744، 1745، 1746، 1747، 1748، 1749، 1750، 1751، 1752، 1753، 1754، 1755، 1756، 1757، 1758، 1759، 1760، 1761، 1762، 1763، 1764، 1765، 1766، 1767، 1768، 1769، 1770، 1771، 1772، 1773، 1774، 1775، 1776، 1777، 1778، 1779، 1780، 1781، 1782، 1783، 1784، 1785، 1786، 1787، 1788، 1789، 1790، 1791، 1792، 1793، 1794، 1795، 1796، 1797، 1798، 1799، 1800، 1801، 1802، 1803، 1804، 1805، 1806، 1807، 1808، 1809، 1810، 1811، 1812، 1813، 1814، 1815، 1816، 1817، 1818، 1819، 1820، 1821، 1822، 1823، 1824، 1825، 1826، 1827، 1828، 1829، 1830، 1831، 1832، 1833، 1834، 1835، 1836، 1837، 1838، 1839، 1840، 1841، 1842، 1843، 1844، 1845، 1846، 1847، 1848، 1849، 1850، 1851، 1852، 1853، 1854، 1855، 1856، 1857، 1858، 1859، 1860، 1861، 1862، 1863، 1864، 1865، 1866، 1867، 1868، 1869، 1870، 1871، 1872، 1873، 1874، 1875، 1876، 1877، 1878، 1879، 1880، 1881، 1882، 1883، 1884، 1885، 1886، 1887، 1888، 1889، 1890، 1891، 1892، 1893، 1894، 1895، 1896، 1897، 1898، 1899، 1900، 1901، 1902، 1903، 1904، 1905، 1906، 1907، 1908، 1909، 1910، 1911، 1912، 1913، 1914، 1915، 1916، 1917، 1918، 1919، 1920، 1921، 1922، 1923، 1924، 1925، 1926، 1927، 1928، 1929، 1930، 1931، 1932، 1933، 1934، 1935، 1936، 1937، 1938، 1939، 1940، 1941، 1942، 1943، 1944، 1945، 1946، 1947، 1948، 1949، 1950، 1951، 1952، 1953، 1954، 1955، 1956، 1957، 1958، 1959، 1960، 1961، 1962، 1963، 1964، 1965، 1966، 1967، 1968، 1969، 1970، 1971، 1972، 1973، 1974، 1975، 1976، 1977، 1978، 1979، 1980، 1981، 1982، 1983، 1984، 1985، 1986، 1987، 1988، 1989، 1990، 1991، 1992، 1993، 1994، 1995، 1996، 1997، 1998، 1999، 2000، 2001، 2002، 2003، 2004، 2005، 2006، 2007، 2008، 2009، 2010، 2011، 2012، 2013، 2014، 2015، 2016، 2017، 2018، 2019، 2020، 2021، 2022، 2023، 2024، 2025، 2026، 2027، 2028، 2029، 2030، 2031، 2032، 2033، 2034، 2035، 2036، 2037، 2038، 2039، 2040، 2041، 2042، 2043، 2044، 2045، 2046، 2047، 2048، 2049، 2050، 2051، 2052، 2053، 2054، 2055، 2056، 2057، 2058، 2059، 2060، 2061، 2062، 2063، 2064، 2065، 2066، 2067، 2068، 2069، 2070، 2071، 2072، 2073، 2074، 2075، 2076، 2077، 2078، 2079، 2080، 2081، 2082، 2083، 2084، 2085، 2086، 2087، 2088، 2089، 2090، 2091، 2092، 2093، 2094، 2095، 2096، 2097، 2098، 2099، 2100، 2101، 2102، 2103، 2104، 2105، 2106، 2107، 2108، 2109، 2110، 2111، 2112، 2113، 2114، 2115، 2116، 2117، 2118، 2119، 2120، 2121، 2122، 2123، 2124، 2125، 2

للمرجع، وعنوان المجلة (الدورية أو المؤلف، ودار النشر)، ورقم المجلد Volume، ورقم العدد Number، وأرقام الصفحات (من - إلى)، مع مراعاة أحكام التنقيط وفق الأمثلة الآتية:

العوف، عبد الرحمن والكزبري، أحمد (1999). التنوع الحيوي في جبل البشري. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، 15(3):33-45.

Smith, J., Merilan, M.R., and Fakher, N.S., (1996). Factors affecting milk production in Awassi sheep. J. Animal Production, 12(3):35-46.

إذا كان المرجع كتاباً: يوضع اسم العائلة للمؤلف ثم الحروف الأولى من اسمه، السنة بين قوسين، عنوان الكتاب، الطبعة، مكان النشر، دار النشر ورقم الصفحات وفق المثال الآتي:

Ingrkam, J.L., and Ingrahan, C.A., (2000). Introduction in: Text of Microbiology. 2nd ed. Anstratia, Brooks Co. Thompson Learning, PP: 55.

أما إذا كان بحثاً أو فصلاً من كتاب متخصص (وكذا الحال بخصوص وقائع) المداورات العلمية (Proceedings)، والندوات والمؤتمرات العلمية)، يذكر اسم الباحث أو المؤلف (الباحثين أو المؤلفين) والسنة بين قوسين، عنوان الفصل، عنوان الكتاب، اسم أو أسماء المحررين، مكان أو جهة النشر ورقم الصفحات وفق المثال الآتي:

Anderson, R.M., (1998). Epidemiology of parasitic Infections. In: Topley and Wilsons Infections. Collier, L., Balows, A., and Jassman, M., (Eds.), Vol. 5, 9th ed. Arnold a Member of the Hodder Group, London, PP: 39-55.

إذا كان المرجع رسالة ماجستير أو أطروحة دكتوراه، تكتب وفق المثال الآتي:

Kashifalkitaa, H.F., (2008). Effect of bromocriptine and dexamethasone administration on semen characteristics and certain hormones in local male goats. PhD Thesis, College of veterinary Medecine, University of Baghdad, PP: 87-105.

• تلحظ النقاط الآتية:

- ترتب المراجع العربية والأجنبية (كل على حدة) بحسب تسلسل الأحرف الهجائية (أ، ب، ج) أو (A, B, C).
- إذا وجد أكثر من مرجع لأحد الأسماء يلجأ إلى ترتيبها زمنياً؛ الأحدث فالأقدم، وفي حال تكرار الاسم أكثر من مرة في السنة نفسها، فيشار إليها بعد السنة بالأحرف a, b, c على النحو^a (1998) أو^b (1998) ... إلخ.
- يجب إثبات المراجع كاملة لكل ما أشير إليه في النص، ولا يسجل أي مرجع لم يرد ذكره في متن النص.
- الاعتماد - وفي أضيق الحدود- على المراجع محدودة الانتشار، أو الاتصالات الشخصية المباشرة (Personal Communication)، أو الأعمال غير المنشورة في النص بين أقواس ().
- أن يلتزم الباحث بأخلاقيات النشر العلمي، والمحافظة على حقوق الآخرين الفكرية.

قواعد إعداد مخطوطة البحث للنشر في أبحاث العلوم الإنسانية والآداب:

- أن يتسم البحث بالأصالة والجدة والقيمة العلمية والمعرفية الكبيرة وبسلامة اللغة ودقة التوثيق.
- ألا يكون منشوراً أو مقبولاً للنشر في أية وسيلة نشر.
- أن يقدم الباحث إقراراً خطياً بالألا يكون البحث منشوراً أو معروضاً للنشر.
- أن يكون البحث مكتوباً باللغة العربية أو بإحدى اللغات المعتمدة في المجلة.
- أن يرفق بالبحث ملخصان أحدهما بالعربية، والآخر بالإنكليزية أو الفرنسية، بحدود 250 كلمة.
- ترسل أربع نسخ من البحث مطبوعة على وجه واحد من الورق بقياس (A4) مع نسخة إلكترونية (CD) وفق الشروط الفنية الآتية:

توضع قائمة (المصادر والمراجع) على صفحات مستقلة مرتبة وفقاً للأصول المعتمدة على أحد الترتيبين الآتين:

- أ- كنية المؤلف، اسمه: اسم الكتاب، اسم المحقق (إن وجد)، دار النشر، مكان النشر، رقم الطبعة، تاريخ الطبع.
- ب- اسم الكتاب: اسم المؤلف، اسم المحقق (إن وجد)، دار النشر، مكان النشر، رقم الطبعة، تاريخ الطبع.

- توضع الحواشي مرقمة في أسفل كل صفحة وفق أحد التوثيقين الآتين:
- أ- نسبة المؤلف، اسمه: اسم الكتاب، الجزء، الصفحة.

ب- اسم الكتاب، رقم الجزء، الصفحة.

- يُتَجَنَّب الاختزال ما لم يُشَرَّ إلى ذلك.

• يقدم كل شكل أو صورة أو خريطة في البحث على ورقة صقيلة مستقلة واضحة.

- أن يتضمن البحث المُعادِلات الأجنبية للمصطلحات العربية المستعملة في البحث.

يشترط لطلاب الدراسات العليا (ماجستير / دكتوراه) إلى جانب الشروط السابقة:

أ- توقيع إقرار بأن البحث يتصل برسالته أو جزء منها.

ب- موافقة الأستاذ المشرف على البحث، وفق النموذج المعتمد في المجلة.

ج- ملخص حول رسالة الطالب باللغة العربية لا يتجاوز صفحة واحدة.

- تنشر المجلة البحوث المترجمة إلى العربية، على أن يرفق النص الأجنبي بنص الترجمة، ويخضع البحث المترجم لتدقيق الترجمة فقط وبالتالي لا يخضع لشروط النشر الواردة سابقاً. أما إذا لم **يكن** البحث محكماً فتسرى عليه شروط النشر المعمول بها.

- تنشر المجلة تقارير عن المؤتمرات والندوات العلمية، ومراجعات الكتب والدوريات العربية والأجنبية المهمة، على أن لا يزيد عدد الصفحات على عشر.

عدد صفحات مخطوطة البحث:

تنشر البحوث المحكمة والمقبولة للنشر مجاناً لأعضاء الهيئة التدريسية في جامعة حماة من دون أن يترتب على الباحث أية نفقات أو أجور إذا تقيّد بشروط النشر المتعلقة بعدد صفحات البحث التي يجب أن لا تتجاوز 15 صفحة من الأبعاد المشار إليها آنفاً، بما فيها الأشكال، والجداول، والمراجع، والمصادر. علماً أن النشر مجاني في المجلة حتى تاريخه.

مراجعة البحوث وتعديلها:

يعطى الباحث مدة شهر لإعادة النظر فيما أشار إليه المحكمون، أو ما تطلبه رئاسة التحرير من تعديلات، فإذا لم ترجع مخطوطة البحث ضمن هذه المهلة، أو لم يستجب الباحث لما طلب إليه، فإنه يصرف النظر عن قبول البحث للنشر، مع إمكانية تقديمه مجدداً للمجلة بوصفه بحثاً جديداً.

ملاحظات مهمة:

- البحوث المنشورة في المجلة تعبر عن وجهة نظر صاحبها ولا تعبر بالضرورة عن وجهة نظر هيئة تحرير المجلة.
- يخضع ترتيب البحوث في المجلة وأعدادها المتتالية لأسس علمية وفنية خاصة بالمجلة.
- لا تعاد البحوث التي لا تقبل للنشر في المجلة إلى أصحابها.
- تدفع المجلة مكافآت رمزية للمحكمين وقدرها، 2000 ل.س.
- تمنح مكافآت النشر والتحكيم عند صدور المقالات العلمية في المجلة.
- لا تمنح البحوث المستلة من مشاريع التخرج، ورسائل الماجستير والدكتوراه أية مكافأة مالية، ويكتفى بمنح الباحث الموافقة على النشر.
- في حال ثبوت وجود بحث منشور في مجلة أخرى، يحق لمجلة جامعة حماة اتخاذ الإجراءات القانونية الخاصة بالحماية الفكرية، ومعاقبة المخالف بحسب القوانين الناظمة.

الاشتراك في المجلة:

يمكن الاشتراك في المجلة للأفراد والمؤسسات والهيئات العامة والخاصة.

عنوان المجلة:

- يمكن تسليم النسخ المطلوبة من المادة العلمية مباشرةً إلى إدارة تحرير المجلة على العنوان التالي : سورية - حماة - شارع العلمين - بناء كلية الطب البيطري - إدارة تحرير المجلة.
- البريد الإلكتروني الآتي : hama.journal@gmail.com
- magazine@hama-univ.edu.sy
- عنوان الموقع الإلكتروني: www.hama-univ.edu.sy/newssites/magazine/
- رقم الهاتف: 00963 33 2245135

فهرس محتويات

رقم الصفحة	اسم الباحث	عنوان البحث
1	رائد قراحسن مصطفى مظهر رنة	استخدام خوارزمية أمثلية سرب العناصر في ضبط معاملات انحدار العملية الغاوصية
16	رائد قراحسن مصطفى مظهر رنة	التنبؤ باستخدام انحدار العملية الغاوصية وانحدار مُتَّجه الدعم
32	هادية طهماز مصطفى مظهر رنة د. عبد القادر جوخدار	تعديل تابع الانتماء في طريقة المربعات الصغرى الضبابية FLS ودمجها مع نظام الاستدلال الضبابي SUGENO لمعالجة حالات عدم التأكد
48	علي شاهين مصطفى صائم الدهر وسام بشير	التوصيف الضوئي للمستحلب الدهني Intralipid 20% عند الطول الموجي 405 نانومتر
61	خديجة حسن زينو	التعامل مع العبارات الاصطلاحية في الترجمة: دراسة تطبيقية
73	لؤي فرح وفاء عيسى مصطفى مظهر رنة	استخدام خوارزمية MCMC لإيجاد مقدر بايز لتوزيع باريتو بمعلمتين بالاعتماد على دالة خسارة متوازنة
87	صائل مخلوف	العلاقة بين يهود حلب والإدارة العثمانية في القرن الثامن عشر
99	شمس يوسف الاسعد د. أسامة قدور	أثر العامل الاجتماعي في إضفاء الشخصية الحضرية لسكان مدينة حماة
116	رنا عدنان الخطيب معن سليم مدين عامر	دراسة الطواعية المغناطيسية للسيراميك المستخدم بمواد البناء في سوريا
134	رائد قراحسن مصطفى مظهر رنة	التنبؤ باستخدام دالة انحدار شبه معلمية (دراسة تطبيقية مقارنة)

استخدام خوارزمية أمثلية سرب العناصر في ضبط معاملات انحدار العملية الغاوصية

رائد قراحسن * مصطفى مظهر رنة **

(الإيداع: 26 آب 2018 ، القبول: 6 شباط 2019)

الملخص

تُعدّ تقنية انحدار العملية الغاوصية (Gaussian Process Regression) GPR أحد أهم تقنيات التعلم الآلي، وقد أصبحت موضوع شائع للبحث في مجال التنبؤ منذ اقترحها ضمن نظرية التعلم الآلي العالمان Rasmussen و Williams عام 1996 بحيث تمكنت هذه التقنية بنجاح من تحليل بيانات مختلف الأنظمة والتنبؤ بسلوكها بدقة عالية، ولكن تكمن المشكلة الأساسية في هذه التقنية باختيار معاملات انحدار العملية الغاوصية بسبب غياب منهج لهيكلية عامة لضبط قيم هذه المعاملات حتى الآن. اقترحنا في هذا البحث طريقة جديدة في اختبار ضبط قيم معاملات انحدار العملية الغاوصية بالاعتماد على خوارزمية أمثلية سرب العناصر (PSO)، وتم التحقق من جودتها عبر تطبيقها على بيانات واقعية ومولدة. كما تم مقارنة هذه الطريقة مع طريقة الاختيار التحليلية أو التجريبية (AS) باستخدام مقاييس دقة التنبؤ (MSE، RMSE، MAPE)، بهدف الوصول أخيراً لأفضل طريقة لاختيار قيم هذه المعاملات. ودلت نتائج البحث أن الطريقة المقترحة تعطي أفضل دقة تنبؤ عند استخدامها لاختيار قيم معاملات انحدار العملية الغاوصية.

الكلمات المفتاحية: انحدار العملية الغاوصية، خوارزمية أمثلية سرب العناصر، معاملات فوقية، مقاييس دقة التنبؤ.

* طالب دراسات عليا (دكتوراه) – قسم الإحصاء الرياضي – كلية العلوم – جامعة حلب

** أستاذ مساعد – قسم الإحصاء الرياضي – كلية العلوم – جامعة حلب

Using Particle Swarm Optimization Algorithm To Adjust The Gaussian Process Regression Parameters

Raed Kara Hasan *

Moustafa Mazhar Rene **

(Received: 26 August 2019, Accepted: 6 February 2019)

Abstract:

Gaussian Process Regression (GPR) is one of the most important techniques of automated learning, and has become a hot research subject in prediction tasks, which proposed by Williams and Rasmussen in 1996.

GPR can successfully analyze various data sets and generate predictions with high prediction accuracy. Nevertheless, the main challenge is the selection of GPR parameters. However, there is no generally structured way, yet.

In this study, we proposed new method in investigating the capability of GPR parameters using particle swarm optimization algorithm (PSO), and their quality was verified by applying them on both artificial and realistic data. This method was also compared with the analytical or experimental selection method (AS) using the measurements of prediction error explanation (MSE, RMSE, MAPE), in order to obtain the ideal method to select these parameters.

The results showed that the proposed method gives the best predictive accuracy when used to select parameters Gaussian Process Regression.

Keywords: Gaussian Process regression (GPR), Particle Swarm Optimization (PSO), Hyper-Parameters, the measurements of prediction error explanation.

*Postgraduate Student (PhD)–Dept. of Mathematical Statistics –Faculty of Science–University of Aleppo

**Assistant Professor–Dept. of Mathematical Statistics–Faculty of Science–University of Aleppo

1-مقدمة: Introduction

تم تطوير العديد من النماذج لمعالجة مسائل التنبؤ، كطريقة المربعات الصغرى، وانحدار النواة، ونماذج الشبكات العصبونية، وكان آخرها انحدار العملية الغاوسية، يستخدم انحدار العملية الغاوسية (Gaussian Process Regression) أو اختصاراً (GPR) في تقنيات التعلم الآلي وهي طريقة بديلة عن آلية انحدار متجه الدعم (SVR) والتي يمكن استخدامها للانحدار. قُدِّمَت طَرِيقَةُ العملية الغاوسية كأداة للانحدار (Regression) في مجال التعلم الآلي، لأول مرة من قبل العالمين Rasmussen و Williams عام 1996 حيث قاموا بوصف تحسين المعلمات في دالة التباين والتي كانت مستوحاة من استخدام العملية الغاوسية مع الشبكات العصبونية، وقد تم استخدامها في تطبيقات مختلفة مثل التنبؤ بالنفوذية الجلدية من المواد الكيميائية والتنبؤ بتركيز الأوزون في الهواء (Bishop، 2007، Rasmussen و Williams، 2006).

تعتمد معظم خوارزميات أو طرائق اختيار معاملات GPR على الخبرة وعمليات البحث العشوائي، وبالرغم من تطور خوارزميات البحث فإنه يبقى لتطبيق هذه الخوارزميات على هذه المسألة بعض المساوئ، فهي قد تحد من جودة الأداء ودقة التنبؤ لذلك تحتاج هذه المسألة إلى مزيد من الدراسة (Bishop، 2007).

تكمن أهمية البحث في تطوير طرائق التنبؤ كونها تشكل اللبنة الأساسية لعملية معالجة البيانات واستنباط المعارف فلا يمكن أن نبني المعرفة على أساس تنبؤات لا تمثل بشكل جيد قواعد البيانات المقدمة، كما أن تطبيقات هذه الطرائق كثيرة فهي تدخل في مجالات العلوم المختلفة وتطويرها يساعد على تقدم عملية البحث العلمي.

يهدف هذا البحث بشكل أساسي إلى دراسة وتحسين أداء انحدار العملية الغاوسية عبر الوصول إلى الأسلوب الأفضل لضبط قيم معاملات هذه التقنية.

تكمن مشكلة اختيار معاملات انحدار العملية الغاوسية الأساسية بغياب منهجية عامة لضبط قيم هذه المعاملات، وذلك بسبب صعوبة دراسة المسألة تحليلياً.

تم في هذا البحث اقتراح طريقة جديدة في اختبار ضبط قيم معاملات انحدار العملية الغاوسية بالاعتماد على خوارزمية أمثلية سرب العناصر PSO (Particle Swarm Optimization)، بهدف الوصول لأفضل طريقة لاختيار قيم هذه المعاملات.

2-المواد وطرائق البحث: Materials and Methods

1-2- مفهوم انحدار العملية الغاوسية:

ليكن لدينا $f = (f(x_1), f(x_2), f(x_3), \dots, f(x_d))^T$ متجه ذو d بُعد من الدوال عندئذ تسمى العملية العشوائية $\{f(x): x \in \chi\}$ بعملية غاوص بحيث أن χ هو فضاء المدخلات إذا كان متجه المتغيرات العشوائية X_1, X_2, \dots, X_d يتوزع وفق التوزيع الطبيعي المتعدد بمتوسط μ و مصفوفة تباين K ، تُعرف عملية غاوص كتوزيع على الدوال $P(f(x))$ بحيث

$$f: \chi \rightarrow \mathbb{R} \quad \text{أن } f(x) \text{ هي دالة معرفة على فضاء المدخلات } \chi \text{ كما يلي:}$$

أي أن العملية الغاوصية هي مجموعة من المتغيرات العشوائية المستمرة محدودة الأبعاد والتي كل منها يخضع للتوزيع الطبيعي وتكون جميع توزيعاتها هي توزيعات طبيعية، وتعتبر عملية غاوص (GP) من أهم تقنيات التعلم الآلي لإيجاد نماذج الانحدار غير الخطية (Rasmussen و Williams، 2006؛ Liu و زملاؤه، 2017).

لتكن لدينا $\mu(x)$ دالة متوسط و $k(x, x')$ دالة تباين معرفتان كما يلي:

$$\mu(x) = E[f(x)]$$

$$k(x, x') = Cov(f(x), f(x')) = E[(f(x) - \mu(x))(f(x') - \mu(x')))]$$

بحيث $x, x' \in \chi$ عندئذ العملية الغاوصية (GP) تأخذ الشكل التالي:

$$\begin{bmatrix} f(x_1) \\ \vdots \\ f(x_d) \end{bmatrix} \sim N_d \left(\begin{bmatrix} \mu(x_1) \\ \vdots \\ \mu(x_d) \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} k(x_1, x_1) & k(x_1, x_2) & \cdots & k(x_1, x_d) \\ k(x_2, x_1) & k(x_2, x_2) & \cdots & k(x_2, x_d) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ k(x_d, x_1) & k(x_d, x_2) & \cdots & k(x_d, x_d) \end{bmatrix} \right) \quad (1)$$

ونرمز لذلك بالرمز:

$$P(f(x)) = \mathcal{GP}(\mu(x), k(x, x')) \quad (2)$$

نسمي الدالة $k(x, x')$ بدالة التباين أو دالة النواة (نواة التباين) وهي دالة موجبة محدودة ولها عدة أنواع (Bishop, 2007).
ليكن Y متغير تابع و X متغيرات عشوائية ذو d بُعد، يعطى نموذج الانحدار اللامعلمي وفق العلاقة:

$$y = f(x) + \varepsilon, \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma^2) \quad (3)$$

بحيث أن: $f(x)$ هي دالة مجهولة أما في الانحدار المعلمي تكون معلومة، تعاني الطرائق اللامعلمية من مشكلة تعدد الأبعاد (curse of dimensionality) عندما يتم تطبيقها مع المتغيرات المتعددة (أي عندما تكون d كبيرة)، لقد تم تطوير مجموعة متنوعة من النماذج البديلة للتغلب على هذه المشكلة منها نموذج انحدار العملية الغاوسية (GPR) (Gaussian process regression model).

إن نموذج انحدار العملية الغاوسية هو نموذج لامعلمي، وهذا يعني بأنه لا يفترض شكل معين للدالة المدروسة ولكن يتم تحديد شكل العلاقة بين المدخلات والأهداف بالكامل من خلال البيانات التي قد تتضمن عدد غير محدود من الدوال، وتكون الدالة الأساسية التي تنتج البيانات مجهولة ولكن يتم توليد التنبؤات من خلال مجموعة من الدوال التي تخضع لتوزيع غاوص في فضاء الدوال، ويعتبر نموذج انحدار العملية الغاوسية من أحدث طرائق التنبؤ، وهو من نماذج بايز الاحتمالية، ففي معظم طرائق انحدار بايز يتم إيجاد معلومات مسبقة عن معاملات النموذج، وبعد ذلك يتم وضع شروط على البيانات لإعطاء معاملات النموذج اللاحق (البعدية)، حيث يمكن صياغة هذه المعلومات المسبقة بشكل توزيع احتمالي يسمى التوزيع القبلي و يحدد نموذج بايز المعلمات المجهولة للنموذج القبلي بينما يحدد نموذج عملية غاوص علاقات الدوال القبليّة مباشرة بين مدخلات الاختبار ومدخلات ومخرجات التدريب (Liu و زملاؤه، 2017؛ Williams و Rasmussen، 2006).

نفترض لدينا مجموعة من البيانات $\{(x_i, y_i)\}_{i=1}^n$ بحيث تشير $x_i \in \mathbb{R}^d$ إلى المدخلات والتي لها d بُعد وتشير $y_i \in \mathbb{R}$ إلى القيم الحقيقية للناتج و n إلى عدد البيانات، عندئذٍ يأخذ نموذج انحدار العملية الغاوسية (GPR) الشكل التالي:

$$y_i = f(x_i) + \varepsilon_i; \quad i = 1, \dots, n, \quad \varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2) \quad (4)$$

بحيث أن: $f(x) \sim \mathcal{GP}(\mu(x), k(x, x'))$ و $\mathcal{GP}(\mu(x), k(x, x'))$ هي عملية غاوص القبليّة مع دالة متوسط $\mu(x)$ ودالة تباين $k(x, x')$ وبالتالي يعطى نموذج انحدار العملية الغاوسية وفق العلاقة:

$$y = \mathcal{GP}(\mu(x), k(x, x')) + \sigma_n^2 \delta(x, x') \quad (5)$$

بحيث أن: $\delta(x, x')$ دالة دلتا كرونكير (Kronecker delta) و $\delta(x, x') = 0$ عندما $x \neq x'$ و $\delta(x, x') = 1$ عندما $x = x'$ و σ_n^2 تباين الضجيج العشوائي ومن الشائع أيضاً أن نفترض $\mu(x) = 0$ أي (دالة المتوسط

للعلمية الغاوسية القبليّة معدومة) عندئذٍ يأخذ نموذج انحدار العملية الغاوسية الشكل التالي:

$$y \sim \mathcal{GP}(0, k(x, x')) + \sigma_n^2 \delta(x, x') \quad (6)$$

تم تصميم مجموعة متنوعة من دوال النواة، وسيتم في هذا البحث استخدام دالة النواة الغاوسية والموضحة وفق العلاقة الآتية:

$$k(x, x') = e^{-\frac{\|x-x'\|^2}{2\sigma^2}} \quad (7)$$

بحيث أن: $\|x - x'\| = \sqrt{(x - x')^T(x - x')}$ تشير إلى طويلة الشعاع $(x - x')$ أو نظيم الفرق بين قيمتين

x, x' و σ معامل دالة نواة غاوص (Rasmussen و Williams، 2006).

2-2- الطريقة التحليلية في ضبط معاملات انحدار العملية الغاوصية:

تعتمد طريقة الاختيار التحليلي أو التجريبي (Analytic Selection) لضبط قيمة معامل الضجيج العشوائي σ_n ومعامل دالة النواة σ مباشرة من بيانات التدريب. وتتصف هذه الطريقة بسهولة حسابها وتعطي نتائج مقبولة، وتعطي قيمة المعامل σ_n ومعامل دالة النواة σ وفق الطريقة التحليلية بالعلاقات التالية:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (8)$$

$$\sigma_n = \sqrt{\widehat{\sigma}_n^2}$$

و $\widehat{\sigma}_n$ هو تقدير مستوى الضجيج لبيانات التدريب ويتم حسابه عبر الصيغة المقدمة وفق العلاقة:

$$\widehat{\sigma}_n^2 = \frac{\frac{1}{n^5 k}}{\frac{1}{n^5 k} - 1} \cdot \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (9)$$

بحيث أن \hat{y}_i هي قيم الانحدار بواسطة طريقة الجار الأقرب و k معامل يمثل عدد نقاط الجوار في خوارزمية الجار الأقرب ويأخذ عادة إحدى القيم $\{3, 5, 7\}$ (Bishop، 2007؛ Rasmussen و Williams، 2006؛ Shi و Choi، 2011). تم ضبط القيمة $k = 5$ في هذا البحث ونقترح في هذا البحث استخدام أطول مسافة إقليدية بين قيم x للاستعاضة عن مدى البيانات الذي لا يمكن حسابه في الحالة متعددة الأبعاد.

2-3- الطريقة المقترحة في ضبط معاملات انحدار العملية الغاوصية:

إن اختيار المعلمات الفوقية (Hyper-Parameters) في تقنية انحدار العملية الغاوصية يلعب دوراً هاماً في الحصول على نموذج جيد (Shi و Choi، 2011).

قمنا في هذا البحث باقتراح استخدام خوارزمية أمثلة سرب العناصر (Particle Swarm Optimization) في اختيار ضبط قيم معاملات انحدار العملية الغاوصية وذلك بهدف الوصول لأفضل طريقة لضبط قيم هذه المعاملات.

تعتبر خوارزمية أمثلة سرب العناصر (Particle Swarm Optimization) PSO إحدى أكثر خوارزميات الذكاء الاصطناعي تطوراً وتستخدم لحل مسائل الأمثلة بشكل عام، وتحاكي السلوك الطبيعي الموجود في أسراب الطيور أو تجمعات الأسماك أثناء بحثها عن مصادر الطعام (Aich و Banerjee، 2014؛ Hu و زملاؤه، 2010).

يتم في هذه الخوارزمية أخذ مجموعة ابتدائية عشوائياً من العناصر تدعى سرب وتقوم عناصر هذا السرب بتحديث مواضعها P_i وسرعاتها V_i بالاعتماد على المعلومات التي يجمعها السرب. يؤثر كل عنصر إضافة إلى تأثير كامل السرب على توجيه كامل السرب نحو المنطقة المثلى.

ويتم التحكم بمعدل التقارب باستخدام عدة معاملات وهي:

1- معامل القصور الذاتي ω (Inertia Factor) يتحكم بتأثير شعاع السرعة السابق لأحد العناصر على شعاع السرعة الحالي لهذا العنصر.

2- معامل التقلص ψ (Constriction Factor) يحدد تأثير أشعة سرعة العناصر المجاورة على الموضع الحالي للعنصر ويهدف لتجنب تجمع العناصر حول نقطة واحدة من فضاء البحث لتجنب الوقوع في الحلول المثلى المحلية.

3- معامل التسارع المعرفي (Cognitive Acceleration) c_1 ، ويتحكم بتأثير تجربة الأفراد عبر أفضل موقع مرّ عليه هذا العنصر.

4- معامل التسارع الاجتماعي (Social Acceleration) c_2 ويتحكم بتأثير كامل السرب عبر أفضل موضع وصل إليه أحد العناصر بشكل شامل حتى الآن (Aich و Banerjee، 2014). كما أن لاختيار عدد عناصر السرب أهمية كبيرة فعند اختيار عدد قليل لعناصر السرب لن نتمكن من جمع معلومات كافية عن كامل منطقة البحث، كما أن اختيار عدد كبير لعناصر السرب سوف يؤدي إلى استهلاك وقت أطول للتقارب من منطقة الحل الأمثل، ويجب التنويه على أهمية التوزيع العشوائي لعناصر السرب الابتدائي لتنتشر على كامل منطقة البحث المفترضة وذلك لتغطية كامل منطقة البحث، ويتم اختيار العدد الأعظمي للتكرارات اعتماداً على التجربة، فمن المهم الوصول إلى التقارب وإلا فإننا لن نحصل على نتائج جيدة، كما أن التكرارات التي تلي الوصول إلى الحل لا فائدة منها بسبب الوصول إلى نقطة التوازن وتكون أشعة السرعة لكل العناصر معدومة ويتم تعيين الحد الأعظمي للتكرارات كشرط للتوقف (Mullen، 2014).

2-3-1- خطوات خوارزمية PSO لاختيار معاملي GPR (σ_n, σ) :

الخطوة الأولى: تحديد مجالات معاملات التحكم الداخلية وتم استخدام القيم القياسية ضمن الحزمة البرمجية المستخدمة وتحديد عدد عناصر السرب وتم ضبطه في هذا البحث إلى $m = 30$ والعدد الأعظمي للتكرارات $iter_{max} = 100$.

الخطوة الثانية: من أجل التكرار الأول $iter = 1$ يتم توليد قيم أشعة المواضع الابتدائية لعناصر السرب بشكل عشوائي ضمن مجالات منطقة البحث (بحيث يمثل كل شعاع موضع قيم معاملي GPR (σ_n, σ)) ويتم حساب أشعة السرعة الابتدائية لكل عنصر باستخدام العلاقة التالية

$$V_{iter}^{(j)} = rang^{(j)} * rand ; j = 1,2,3 \quad (10)$$

بحيث يشير $rang^{(j)}$ إلى مجالات المعاملات σ_n, σ ويشير $rand$ إلى عدد عشوائي ضمن المجال $[0,1]$ ويفيد الدليل j إلى أن الحسابات سوف تتكرر ثلاثة مرات لتوليد أشعة السرعة الابتدائية لمعاملي GPR (σ_n, σ) وهكذا يتم توليد m شعاع سرعة مع المكونات الموافقة للمعاملات σ_n, σ المراد حسابها.

الخطوة الثالثة: ضبط $t = 1$ و $Pbest^t$ و $Gbest$ تساوي شعاع الموضع الحالي.

الخطوة الرابعة: إذا كان $t = m$ ننتقل إلى الخطوة الثامنة وإلا نضع $t = t + 1$ وننتقل إلى الخطوة الخامسة.

الخطوة الخامسة: حساب مقاييس الأخطاء الثلاثة (MAPE، RMSE، MSE) المستخدمة عند الموضع t في السرب وفي حالة $t = 1$ نسند $Pbest^t$ إلى شعاع الموضع الحالي وننتقل إلى الخطوة السابعة وإلا ننتقل إلى الخطوة السادسة.

الخطوة السادسة: إذا كانت قيمة مقياس الخطأ المستخدم أفضل من مقياس الخطأ للموضع $Pbest^t$ الحالية نقوم بتحديث شعاع $Pbest^t$ مع شعاع الموضع الحالي وإلا تبقى قيمة $Pbest^t$ كما هي.

الخطوة السابعة: إذا كانت قيمة مقياس الخطأ المستخدم أفضل من مقياس الخطأ للموضع $Gbest$ الحالية نقوم بتحديث شعاع $Gbest$ مع شعاع الموضع الحالي وإلا تبقى قيمة $Gbest$ كما هي وفي كلا الحالتين ننتقل إلى الخطوة الرابعة.

الخطوة الثامنة: نقوم بإعادة ضبط معاملات التحكم الداخلية للتكرار الحالي رقم $iter$ عبر العلاقات التالية

$$\omega_{iter} = \omega_{initial} + (\omega_{final} - \omega_{initial})(iter - 1)/(iter_{max} - 1)$$

$$\psi_{iter} = \psi_{initial} + (\psi_{final} - \psi_{initial})(iter - 1)/(iter_{max} - 1)$$

$$c_{1,iter} = c_{1,initial} + (c_{1,final} - c_{1,initial})(iter - 1)/(iter_{max} - 1)$$

$$c_{2,iter} = c_{2,initial} + (c_{2,final} - c_{2,initial})(iter - 1)/(iter_{max} - 1)$$

بحيث أن $iter_{max}$ هو الحد الأعظمي للتكرارات ، كما يتم تحديث أشعة السرعة لكافة العناصر باستخدام العلاقة

$$V_{(j),iter+1}^k = \omega_{iter}(V_{(j),iter}^k) + c_{1,iter}(rand)(Pbest_{(j)}^k - P_{(j),iter}^k) + c_{2,iter}(rand)(Pbest_{(j)}^k - P_{(j),iter}^k) ; j = 1,2,3$$

بحيث أن $V_{(j),iter}^k$ شعاع السرعة للمركبة j (مركبة المعاملات) من العنصر k في التكرار رقم $iter$ وبحيث أن $P_{(j),iter}^k$ شعاع الموضع للمركبة j (مركبة المعاملات) من العنصر k في التكرار رقم $iter$ وبحيث أن j عداد يكرر الحسابات ثلاث مرات لتوليد أشعة السرعة لمعاملي GPR (σ_n, σ) .

تجدر الملاحظة أنه يمكن تقسيم العلاقة السابقة إلى مجموع ثلاثة حدود بحيث يمثل الحد الأول مركبة الذاكرة (Memorial Component) ويمثل الحد الثاني المركبة المعرفية (Cognitive Component) بينما يمثل الحد الثالث المركبة الاجتماعية (Social Component) أي أن شعاع السرعة الجديد يتأثر بالعوامل الثلاثة الذاكرة والمعرفة المكتسبة ونكاء السرب (Hu وزملاؤه، 2010).

ويتم بعدها تحديث أشعة الموضع لكل عناصر السرب باستخدام العلاقة

$$P_{(j),iter+1}^k = P_{(j),iter}^k + \psi_{iter}(V_{(j),iter+1}^k) ; j = 1,2,3 \quad (11)$$

وفي حال كان الموضع الجديد للمكونات الموافقة للمعاملين (σ_n, σ) يقع خارج منطقة البحث المحددة يتم إعادة الموضع الحالي إلى حدود منطقة البحث.

الخطوة التاسعة: إذا كان $iter < iter_{max}$ فإننا نضع $iter = iter + 1$ ونضع $t = 1$ وننتقل إلى الخطوة الخامسة. أما في حالة $iter = iter_{max}$ يتم اعتماد قيمة $Gbest$ الحالية كحل أمثل أي أن مركبات الشعاع $Gbest$ أصبحت تمثل القيم المثلى للمعاملين σ_n, σ وهي التي تجعل قيمة مقياس الخطأ المستخدم أصغر ما يمكن عند تطبيق خوارزمية GPR على بيانات التدريب.

2-4- الجانب التطبيقي:

بغرض اختبار أداء الطريقة المقترحة في ضبط معاملي انحدار العملية الغاوصية (σ_n, σ) فُنا بتطبيق الطريقة التحليلية AS وطريقة خوارزمية سرب العناصر PSO على مجموعتي بيانات واقعية ومولدة.

2-4-1 البيانات الواقعية:

تم جمع البيانات الواقعية من المشفى الوطني في مدينة حماة والتي تمثل أوزان وأطوال خمسين طفلاً مولودين حديثاً وعمر الأم وعدد أيام فترة الحمل وعدد الأطفال المنجبين للأم قبل هذا الطفل (عدد الولادات السابقة).

يهدف نموذج التنبؤ المراد بناءه إلى تقدير وزن الطفل عن طريق معرفة عمر الأم وعدد أيام فتره الحمل وعدد الأطفال المنجبين للأم قبل هذا الطفل بحيث يمثل وزن الطفل المتغير التابع Y ، بينما يمثل عمر الأم المتغير الأول المستقل X_1 ويمثل عدد أيام فترة الحمل المتغير الثاني المستقل X_2 وعدد الأطفال المنجبين للأم قبل هذا الطفل يمثل المتغير الثالث المستقل X_3 .

2-4-2 البيانات المولدة:

تم توليد مجموعة البيانات المولدة بحجم 100 باستخدام دالة من النمط $sinc$ معطاة وفق العلاقة (Hu وزملاؤه، 2010):

$$y = sinc(x) = \begin{cases} 1 & ; x = 0 \\ \frac{\sin x}{x} & ; otherwise \end{cases} \quad (12)$$

وتم إضافة ضجيج عشوائي (تشويش) وفق التوزيع الطبيعي بتوقع رياضي معدوم وانحراف معياري قدره $\sigma = 0.1$.

2-4-3 منهجية اختبار الطريقة المقترحة:

تعتبر الدقة معياراً لاختيار النموذج الأمثل للتنبؤ، ويُقصد بالدقة فُدره نموذج التنبؤ على إعادة إنتاج البيانات الأصل للعينة المدروسة، ومنه فإن الاختيار المناسب لمقياس دقة التنبؤ يؤثر إيجاباً في تحديد فاعلية نموذج التنبؤ المستخدم وتعمل مقاييس دقة التنبؤ القياسية بشكل عام على مفهوم الفرق بين القيم الأصلية والقيم المتوقعة أو المُتنبئ بها، وهو ما ندعوه بخطأ التنبؤ، وكلما كان مقدار الفرق قليلاً كانت دالة التنبؤ أفضل وأدق، يوجد العديد من مقاييس دقة التنبؤ، وعادةً لا يتم الاعتماد على مقياس واحد في عملية ضبط نموذج التنبؤ.

تعتبر المقاييس التالية: $MSE, RMSE, MAPE$ من أفضل مقاييس المقارنة بين نماذج تنبؤ مختلفة تم بناؤها باستخدام نفس مجموعة بيانات التدريب (Hyndman و Koehler، 2006).

وقد اعتمدنا في بحثنا هذا على هذه المقاييس كونها تلائم طبيعة البحث ويتم حسابهم كما يلي:

$$\begin{aligned} MSE = \text{mean}(e_i^2) & \quad \text{متوسط مربعات الأخطاء} & \quad \text{Mean squared error} \\ RMSE = \sqrt{MSE} & \quad \text{جذر متوسط مربعات الأخطاء} & \quad \text{Root mean squared error} \\ MAPE = \text{mean}(|e_i/y_i|) & \quad \text{متوسط القيم المطلقة} & \quad \text{Mean absolute percentage error} \\ & \quad \text{للأخطاء النسبية} & \end{aligned}$$

بحيث يحسب خطأ التنبؤ من العلاقة: $e_i = y_i - \hat{y}_i$

(يُدعى خطأ التنبؤ في بعض المراجع بالبقايا residuals) (Hardle وزملاؤه، 2004).

يهدف الحكم على جودة أداء كل طريقة من طرائق التنبؤ تم حساب قيم هذه المقاييس بطريقتين: الأولى باستخدام كامل مجموعة بيانات التدريب، والثانية بتطبيق منهجية التصحيح المتقاطع k-fold Cross Validate لقياس دقة النموذج الناتج باستخدام المعاملات المحسوبة بكل طريقة بحيث تقسم هذه المنهجية البيانات إلى k قسم. ويتم اختيار أحد الأقسام بكل مرة كعينة اختبار والبقية كعينات التدريب، يتم حساب مقياس الخطأ باستخدام عينة الاختبار في كل مرة. وفي النهاية يتم حساب متوسطات قيم مقياس الخطأ التي تم الحصول عليها بكل دورة من الدورات. يتم ضبط قيمة k عادة بإحدى القيم 3 أو 5 أو 10 (Hyndman و Koehler، 2006)، وفي بحثنا هذا اعتمدنا القيمة $k=10$.

وبهدف تطبيق الطريقتين تم كتابة برنامج نصي باللغة البرمجية R (لغة برمجية إحصائية)، حيث تستطيع هذه اللغة القيام بالعديد من تحليلات البيانات بحيث يتم تنظيم هذه التحليلات ضمن ما يسمى بالحزم Packages مما يعني قدرة الباحثين على تطوير البرامج المختلفة الأمر الذي ساهم بانتشار استخدامها في المجالات الأكاديمية (Cotton، 2013، Matloff، 2011).

لتنفيذ هذا البحث تم الاستفاة من الحزم التالية:

الحزمة caret بهدف تطبيق خوارزمية الجار الأقرب لتقدير قيمة الضحيح وحساب مصفوفة المسافات الإقليدية لحساب معاملات انحدار العملية الغاوصية بالطريقة التحليلية، والحزمة kernlab بهدف تطبيق انحدار العملية الغاوصية والحزمة hydroPSO بهدف تطبيق خوارزمية أمثلية سرب العناصر وتم برمجة منهجية التصحيح المتقاطع ولم يتم الاعتماد على أي حزمة بهدف تطبيق أكثر من مقياس خطأ.

3-النتائج ومناقشتها:

سنقوم الآن بعرض النتائج التطبيقية على كل من مجموعتي البيانات:

بعد التطبيق العملي ظهرت لدينا النتائج الموضحة بالجدول والأشكال كما يلي:

الجدول رقم (1) قيم المعاملات المستخدمة ضمن مجموعة البيانات الواقعية

أسلوب حساب المعاملات	قيم المعاملات	
	σ_n	σ
الطريقة التحليلية AS	0.2238204	118.7886
الطريقة المقترحة PSO	0.06710821	0.22939607

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات اللغة البرمجية R

بعد تطبيق الطريقة التحليلية والطريقة المقترحة وفق المعاملات الموضحة بالجدول رقم (1) على مجموعة بيانات الأطفال الواقعية وحساب قيم مقاييس الأخطاء لكل طريقة ظهرت لدينا النتائج التالية:

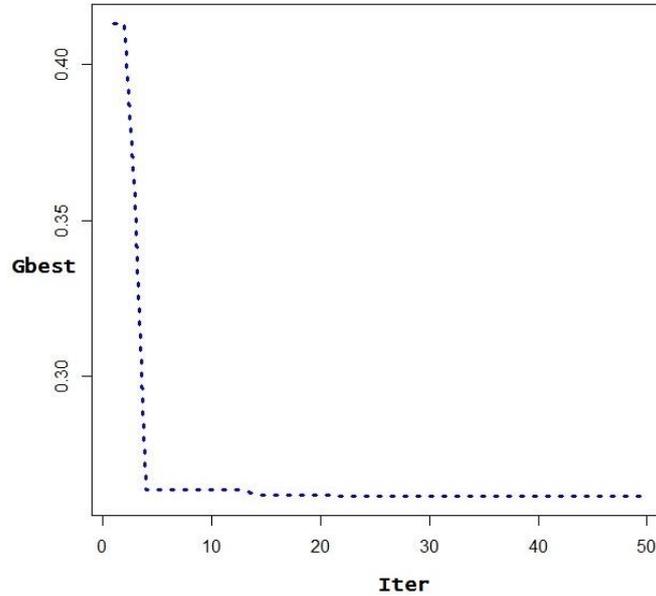
الجدول رقم (2): نتائج تطبيق الطريقة التحليلية والطريقة المقترحة على مجموعة البيانات الواقعية

	الطريقة التحليلية AS			الطريقة المقترحة PSO		
	MSE	RMSE	MAPE	MSE	RMSE	MAPE
10-CV التصحيح المتقاطع	0.641398 1	0.764291 8	0.326710 2	0.1821091	0.4242735	0.151673
All Data كامل البيانات	0.484555 6	0.696100 3	0.270241 1	0.0868622	0.2947241	0.0875836

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات اللغة البرمجية R

يُظهر الجدول رقم (2) من اليسار إلى اليمين اسم الطريقة المستخدمة لتقدير قيم المعاملات وقيم مقاييس الأخطاء على مجموعة البيانات الواقعية، حيث أن قيم مقاييس الأخطاء المحسوبة بطريقة التصحيح المتقاطع بعشرة حقول (وهي متوسط قيم

الأخطاء في كل تكرار) في السطر الأول، وقيم مقاييس الأخطاء المحسوبة باستخدام كامل مجموعة بيانات الأطفال في السطر الثاني.



الشكل رقم (1): معدل تقارب خوارزمية أمثلية سرب العناصر PSO المقترحة من الحل في حالة البيانات الواقعية
 كما يُظهر الشكل رقم (1) معدل تقارب خوارزمية أمثلية سرب العناصر PSO المقترحة لضبط معاملي *GPR* نحو أفضل قيمة ضمن 50 تكرار. وتم تمثيل تقارب هذه الخوارزمية بالخط باللون الأزرق المنقط، بحيث يمثل المحور الأفقي دليل التكرارات ويمثل المحور الشاقولي أفضل ملائمة ضمن التكرار. وتم الرسم باستخدام لغة R باستخدام التعليمتين *plot* و *lines*.
 نلاحظ من الجدول رقم (2) بأنه كان للطريقة المقترحة قيمة أصغر لمقاييس الأخطاء الثلاثة (MAPE، RMSE، MSE) وذلك سواءً باستخدام كامل مجموعة البيانات الواقعية لحساب الأخطاء أو باستخدام منهجية التصحيح المتقاطع.
 كما نلاحظ أيضاً من خلال الشكل رقم (1) فعالية خوارزمية أمثلية سرب العناصر PSO المقترحة في تقدير معاملي *GPR* في حالة البيانات الواقعية بسبب قدرتها على التقارب والوصول للحل الأمثل بأقل عدد من التكرارات حيث تقاربت من أفضل ملائمة بالخطوة 13 بحيث اعتمدنا لقياس سرعة تقارب الخوارزمية من الحل على زمن تنفيذ الخوارزمية بالنثواني إضافة إلى رقم تكرار التقارب (التكرار الذي تم الوصول فيه لأفضل قيم للمعاملات) ونذكر هنا بأنه تم ضبط الحد الأعظمي للتكرارات لهذه الخوارزمية إلى 50 تكرار، ولا تتطلب الطريقة التحليلية أي تكرار.
 وإعادة الحسابات بالنسبة لمجموعة البيانات المولدة ظهرت لدينا النتائج التالية:

الجدول رقم (3) قيم المعاملات المستخدمة ضمن مجموعة البيانات المولدة

أسلوب حساب المعاملات	قيم المعاملات	
	σ_n	σ
الطريقة التحليلية AS	2	5.860907
الطريقة المقترحة PSO	0.08873033	3.36093609

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات اللغة البرمجية R

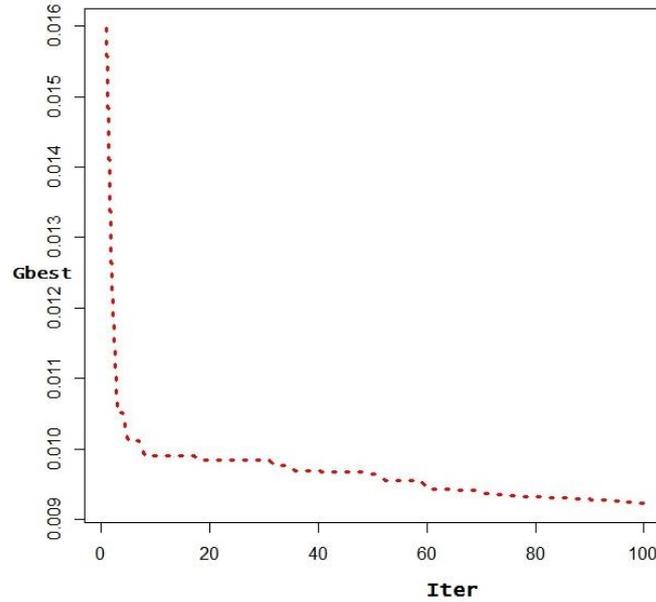
بعد تطبيق الطريقة التحليلية والطريقة المقترحة وفق المعاملات الموضحة بالجدول رقم (3) على مجموعة البيانات المولدة وحساب قيم مقاييس الأخطاء لكل طريقة ظهرت لدينا النتائج التالية:

الجدول رقم (4): نتائج تطبيق الطريقة التحليلية والطريقة المقترحة على مجموعة البيانات المولدة

	الطريقة التحليلية AS			الطريقة المقترحة PSO		
	MSE	RMSE	MAPE	MSE	RMSE	MAPE
10-CV التصحيح المتقاطع	0.011423 1	0.106879 3	2.089634	0.0092290	0.0925018	1.191489
All Data كامل البيانات	0.010411 2	0.102035 6	0.821003 5	0.0073840	0.0859307	1.073861

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات اللغة البرمجية R

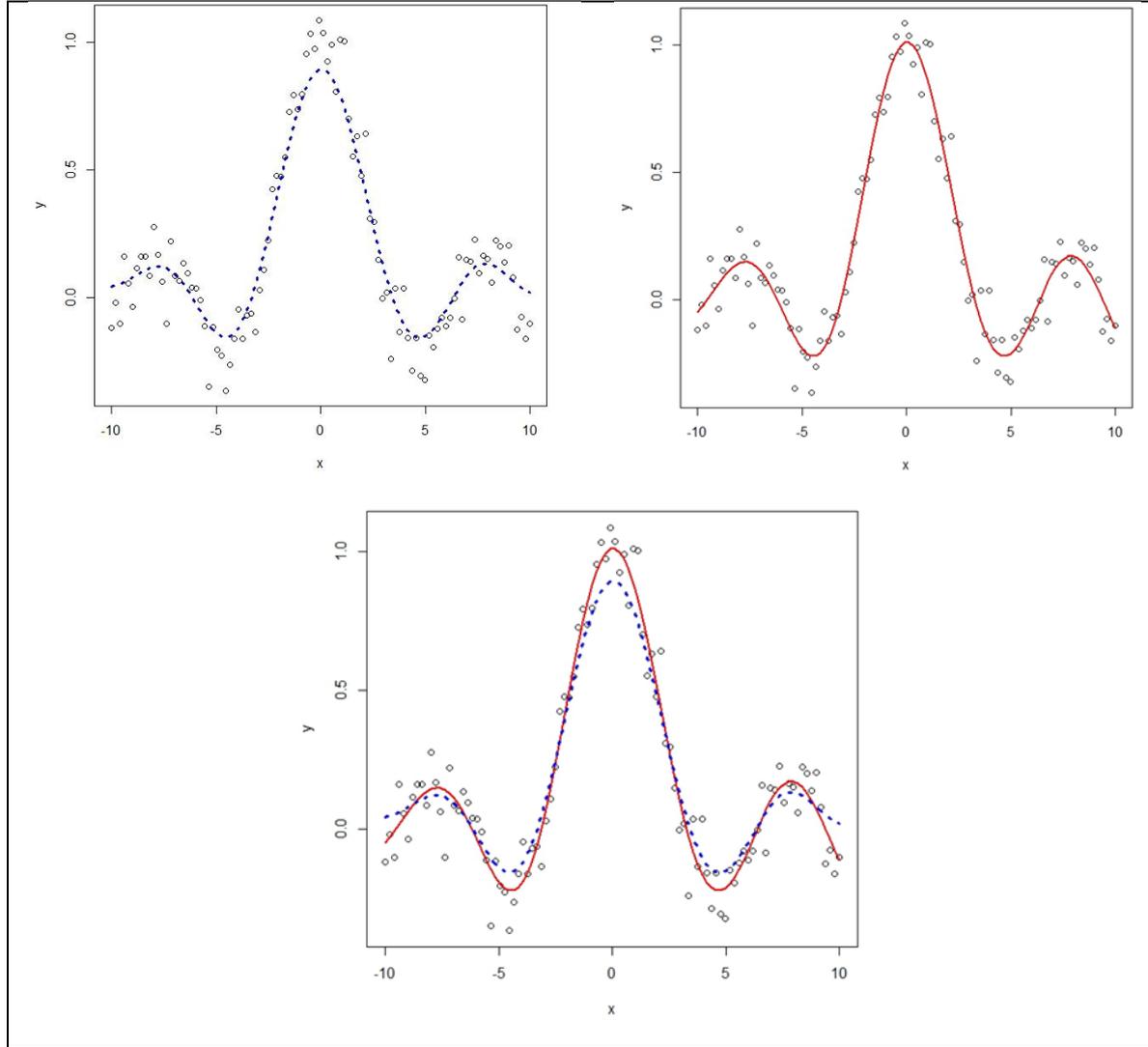
يُظهر الجدول رقم (4) من اليسار إلى اليمين اسم الطريقة المستخدمة لتقدير قيم المعاملات وقيم مقاييس الأخطاء على مجموعة البيانات المولدة، حيث أن قيم مقاييس الأخطاء المحسوبة بطريقة التصحيح المتقاطع بعشرة حقول (وهي متوسط قيم الأخطاء في كل تكرار) في السطر الأول، وقيم مقاييس الأخطاء المحسوبة باستخدام كامل مجموعة البيانات المولدة في السطر الثاني.



الشكل رقم (2): معدل تقارب خوارزمية أمثلية سرب العناصر PSO المقترحة من الحل في حالة البيانات المولدة

باستخدام الدالة Sinc مع إضافة تشويش $\rho=0.1$

كما يظهر الشكل رقم (2) معدل تقارب خوارزمية أمثلية سرب العناصر PSO المقترحة في حالة البيانات المولدة باستخدام الدالة Sinc مع إضافة تشويش $\rho=0.1$ نحو أفضل قيمة ضمن 100 تكرار. بحيث تم تمثيل تقارب خوارزمية PSO بالخط باللون الأحمر المنقط و يمثل المحور الأفقي دليل التكرارات ويمثل المحور الشاقولي أفضل ملائمة ضمن التكرار. ويُظهر الشكل رقم (3) نموذجي انحدار GPR باستخدام المعاملين (σ_n, σ) الناتجين من خلال خوارزمية أمثلية سرب العناصر على مجموعة البيانات المولدة باستخدام الدالة Sinc مع إضافة تشويش $\rho = 0.1$ على اليمين ومن خلال الطريقة التحليلية على اليسار بحيث تم تمثيل خط انحدار العملية الغاوصية GPR باستخدام المعاملات المحسوبة بالطريقة التحليلية باللون الأزرق المنقط بالإضافة إلى الخط باللون الأحمر المتصل والذي يمثل خط انحدار العملية الغاوصية GPR باستخدام المعاملات المحسوبة بخوارزمية أمثلية سرب العناصر PSO المقترحة.



الشكل رقم (3): نموذجي انحدار *GPR* باستخدام المعاملين (σ_n, σ) الناتجين من خلال خوارزمية أمثلية سرب العناصر و الطريقة التحليلية على مجموعة البيانات المولدة باستخدام الدالة *Sinc* مع إضافة تشويش $\rho = 0.1$

4-الاستنتاجات والتوصيات:

1-4-الاستنتاجات: Conclusions

من خلال ما ذكر سابقاً وما سُجل من نتائج نورد ما يلي:

1- أظهرت الدراسة التي أجريناها على مجموعتي البيانات الواقعية والمولدة تفوق الطريقة المقترحة والمتمثلة باستخدام خوارزمية أمثلية سرب العناصر PSO في ضبط معاملات انحدار العملية الغاوصية *GPR* على الطريقة التحليلية التجريبية AS وذلك من خلال تحقيقها لأصغر قيمة من قيم مقاييس الأخطاء الثلاثة (MSE، RMSE، MAPE) سواءً باستخدام كامل مجموعتي البيانات الواقعية والمولدة لحساب الأخطاء أو باستخدام منهجية التصحيح المتقاطع.

2- من خلال نتائج هذه الدراسة تبينَ فعالية خوارزمية أمثلية سرب العناصر PSO المقترحة في ضبط معاملي *GPR* في حالة البيانات الواقعية والمولدة بسبب قدرتها على التقارب والوصول للحل الأمثل.

3- أيضاً تمّ التوصل إلى أن خوارزمية أمثلية سرب العناصر PSO تعطي أفضل دقة تنبؤ وأفضل نتائج وأسرع تقارب من الحل وذلك لتكرار عدد الأفضلية بالاعتماد على أصغر قيمة من قيم مقاييس الأخطاء المستخدمة وبسبب قدرة منحني الانحدار المثل لها على ملائمة وتمثيل البيانات بشكل أفضل من الطريقة التحليلية.

4-2- التوصيات: Recommendations

1- مما سبق نوصي باستخدام خوارزمية PSO المقترحة في ضبط معاملي GPR كونها تعطي أفضل النتائج، كما نوصي ببرمجة هذه الطريقة باستخدام البرمجة المتوازية Parallel Programming بحيث يتم تنفيذ العديد من العمليات في وقت واحد والتي تعتمد على مبدأ أنه يمكن في كثير من الأحيان تقسيم المشاكل الكبيرة إلى مشاكل أصغر حجماً ليتم حلها بشكلٍ متوازٍ في الوقت نفسه لتقليل الزمن اللازم لتنفيذها، ونوصي باعتماد شرط توقف إضافي عند عدم وجود تحسن في قيمة الملائمة بعد عدد محدد من التكرارات للاستفادة من خاصية سرعة التقارب في خوارزمية PSO .

2- نوصي الباحثين في المجال الصحي أو الطبي والأطباء العاملون في المشافي أو مديريات الصحة باستخدام خوارزمية أمثلية سرب العناصر PSO المقترحة في ضبط معاملي GPR لأنها أعطت أفضل النتائج وتطبيقها في المجال الصحي أو الطبي.

3- إجراء دراسات مستقبلية حول ضبط معاملي GPR باستخدام طرائق أخرى غير الطريقة المقترحة في هذا البحث.

5-References:

- 1- **Aich, U., and Banerjee, S., (2014).** Modeling of EDM Responses by Support Vector Machine Regression with Parameters Selected by Particle Swarm Optimization, Applied Mathematical Modelling, 38 2800–2818.
- 2- **Bishop, C. M., (2007).**Pattern Recognition and Machine Learning. Springer.
- 3- **Cotton, R., (2013).** Learning R, O'Reilly Media, Inc., United States of America, 377.
- 4- **Hardle, W., Muller, M., Sperlich, S.,and Werwatz A., (2004) .**Nonparametric and Semiparametric Models, Springer, Berlin, 301.
- 5- **Hu, Z.,Min, W, Huang, X., (2010).**Parameter Selection of Support Vector Regression Based on Particle Swarm Optimization, International Conference on Granular Computing, 5, 251 – 256.
- 6- **Hyndman, R., J., Koehler, A. B., (2006).** Another Look at Measures of Forecast Accuracy, International Journal of Forecasting, 22, 679–688.
- 7- **Liu, Y., Keller, Y., Song, PH., Bond, J., Jiang, G., (2017).**Prediction of concrete corrosion in sewers with hybrid Gaussian processes regression model. RSC Advances, 7, 30894–30903.
- 8- **Matloff, N., (2011).**The Art of R Programming, Malloy Incorporated, United States of America, 373.
- 9- **Mullen, K., (2014).** Continuous Global Optimization in R, Journal of Statistical Software, 60, Issue 6.
- 10- **Rasmussen, C. E., Williams C. K. I., (2006).**Gaussian Processes for Machine Learning. MIT, Press.
- 11- **Shi, J. Q., Choi, T., (2011).**Gaussian Process Regression Analysis for Functional Data. Chapman & Hall/CRC, London, rst edition.

التنبؤ باستخدام انحدار العملية الغاوصية وانحدار مُتَّجه الدَّعم

رائد قراحسن * مصطفى مظهر رنة **

(الإيداع: 28 آب 2018 ، القبول: 13 شباط 2019)

الملخص

تم في هذا البحث دراسة انحدار العملية الغاوصية (GPR) (Gaussian Process Regression) وانحدار مُتَّجه الدَّعم (SVR) (Support Vector Regression) اللذين يعتبران من أحد أهم تقنيات التعلم الآلي، ويستخدمان في تحليل بيانات مختلف الأنظمة والتنبؤ بسلوكها بدقة عالية. فُمنّا في هذا البحث باقتراح طريقة جديدة لتحسين التنبؤ عن طريق دمج تنبؤات طريقة انحدار مُتَّجه الدَّعم وطريقة انحدار العملية الغاوصية، وتم التحقق من جودتها عبر تطبيقها على بيانات واقعية ومولدة. كما تم مقارنة هذه الطريقة مع طريقة انحدار العملية الغاوصية وانحدار مُتَّجه الدَّعم باستخدام مقاييس دقة التنبؤ (MSE، RMSE، MAPE)، بهدف الوصول لأفضل طريقة لتحسين دقة التنبؤ. ودلّت نتائج المقارنة أن الطريقة المقترحة تعطي أفضل دقة تنبؤ وأفضل نتائج وذلك لتكرار عدد الأفضلية بالاعتماد على أصغر قيمة من قيم مقاييس الأخطاء المستخدمة وبسبب قدرة منحني الانحدار المثل لها على ملائمة وتمثيل البيانات بشكل أفضل.

الكلمات المفتاحية: انحدار مُتَّجه الدَّعم، انحدار العملية الغاوصية، مقاييس دقة التنبؤ.

* طالب دراسات عليا (دكتوراه)-قسم الإحصاء الرياضي-كلية العلوم-جامعة حلب

**أستاذ مساعد-قسم الإحصاء الرياضي-كلية العلوم-جامعة حلب

Prediction using Gaussian Process Regression and Support Vector Regression

Raed Kara Hasan *

Moustafa Mazhar Rene **

(Received: 28 August 2019, Accepted: 13 February 2019)

Abstract

In this research study Gaussian Process Regression (GPR) and Support Vector Regression (SVR) are considered one of the most important techniques of automated learning, they are used to analyze various data sets and generate predictions with high prediction accuracy.

In this study, we proposed new method to improve prediction by integrating predictions Support vector regression method and Gaussian Process Regression method and their quality was verified by applying them on both artificial and realistic data. This method was also compared with the Support vector regression method and Gaussian Process Regression using the measurements of prediction error explanation (MSE, RMSE, MAPE), in order to obtain the ideal method to improve prediction accuracy.

The proposed method gives the best predictive accuracy and better results in order to replicate the number of preference based on the smallest value of the values of the error measures used , because of the ability of the regression curve ideals have an appropriate and better data representation.

Keywords: Support Vector Regression, Gaussian Process regression, the measurements of prediction error explanation.

*Postgraduate Student (PhD)–Dept. of Mathematical Statistics –Faculty of Science–
University of Aleppo

** Assistant Professor–Dept. of Mathematical Statistics–Faculty of Science** University
of Aleppo

1-مقدمة: Introduction

يشكل تحليل وتقييم العلاقات بين مجموعة من المتغيرات الهدف الأساسي لمعظم الأبحاث بغرض الوصول إلى نموذج رياضي يصف هذه العلاقات، وتضم هذه النماذج متغيرات تابعة (Dependent Variables) وتسمى أيضاً متغيرات الهدف (Target Variables) يمكن التنبؤ بها بواسطة متغيرات أخرى تعرف بالمتغيرات المستقلة (Independent Variables) أو المتغيرات التفسيرية (Explanatory Variables). تكون غاية هذه النماذج جعل الفرق بين القيم المقدرة (المنتبئ بها) والقيم الفعلية للمتغير الهدف أصغرياً.

يستخدم النموذج الناتج لوصف وتحليل المشكلة والتنبؤ بمسارها بهدف الخروج بحلول ومقترحات وتوصيات بشأنها الأمر الذي يُساعد في عمليات التنمية والتخطيط وإعداد السياسات والاستراتيجيات للتحكم في أحداث مُستقبلية ممكنة الوقوع (Izenman، 2008، Nielsen، 2009).

تم تطوير العديد من النماذج لمعالجة مسائل التنبؤ، كطريقة المربعات الصغرى، ونماذج الشبكات العصبونية، وكان آخرها نموذجي انحدار العملية الغاوصية (GPR) وانحدار مُتجه الدَّعم (SVR) (Rasmussen و Williams، 2006). قَدَّمَ العديد من الباحثين دراسات تتضمن دمج طرائق التنبؤ مع بعضها أو مع طرائق الذكاء الاصطناعي، وقد أثبتت هذه النماذج فاعليتها في تحسين دقة التنبؤ، ويعدُّ العالم Zhang وزملاؤه عام 2003 أول من درسوا دمج طرائق التنبؤ، بحيث قاموا بدمج طرائق الانحدار الذاتي مع طريقة الشبكات العصبونية للتنبؤ بالسلاسل الزمنية (Zhang وزملاؤه، 2003). وقام Shi وزملائه بالعام 2012 باقتراح دمج طرائق الانحدار الذاتي مع انحدار متجه الدعم للتنبؤ بالسلاسل الزمنية (Shi وزملاؤه، 2003).

تكمن أهمية البحث في عرض آخر طرائق التنبؤ وأكثرها استعمالاً وتطوير طرائق التنبؤ وكيفية الحصول على أفضل أداء لهذه الطرائق، كما أن تطبيقات هذه الطرائق كثيرة فهي تدخل في مجالات العلوم المختلفة وتطويرها يساعد على تقدم عملية البحث العلمي.

يكمن الهدف الرئيسي لهذا البحث في دراسة طرائق التنبؤ من خلال دراسة طريقتي انحدار العملية الغاوصية (GPR) وانحدار مُتجه الدَّعم (SVR) وتحسين عملية التنبؤ عبر اقتراح طريقة جديدة ومقارنتها بهدف الوصول لأفضل طريقة لتحسين دقة التنبؤ.

2-المواد وطرائقُ البحث: Materials and Methods**2-1-التنبؤ باستخدام انحدار العملية الغاوصية:**

يستخدم انحدار العملية الغاوصية (Gaussian Process Regression) أو اختصاراً (GPR) في تقنيات التعلم الآلي. قُدِّمَت طَرِيقَةُ العملية الغاوصية كأداة للانحدار (Regression) في مجال التعلم الآلي، لأول مرة من قبل العالمين Rasmussen و Williams عام 1996 حيث قاموا بوصف تحسين المعلمات في دالة التباين والتي كانت مستوحاة من استخدام العملية الغاوصية مع الشبكات العصبونية، وقد تم استخدامها في تطبيقات مختلفة مثل التنبؤ بالنفوذية الجلدية من المواد الكيميائية والتنبؤ بتركيز الأوزون في الهواء (Bishop، 2007؛ Rasmussen و Williams، 2006).

ليكن لدينا $g = (g(x_1), g(x_2), g(x_3), \dots, g(x_d))^T$ مُتجه ذو d بُعد من الدوال عندئذ تسمى العملية العشوائية $\{g(x) : x \in \mathcal{X}\}$ بعملية غاوص (بحيث أن \mathcal{X} هو فضاء المدخلات) إذا كان مُتجه المتغيرات العشوائية X_1, X_2, \dots, X_d يتوزع وفق التوزيع الطبيعي المتعدد بمتوسط μ و مصفوفة تباين \mathbf{K} ، تُعرف عملية غاوص كتوزيع على الدوال $P(g(x))$ بحيث أن $g(x)$ هي دالة معرفة على فضاء المدخلات \mathcal{X} كما يلي: $g: \mathcal{X} \rightarrow \mathbb{R}$

أي أن العملية الغاوصية هي مجموعة من المتغيرات العشوائية المستمرة محدودة الأبعاد والتي كل منها يخضع للتوزيع الطبيعي وتكون جميع توزيعاتها هي توزيعات طبيعية، وتعتبر عملية غاوص (GP) من أهم تقنيات التعلم الآلي (Rasmussen وWilliams، 2006؛ Liu وزملاؤه، 2017).

لتكن لدينا $\mu(x)$ دالة متوسط و $k(x, x')$ دالة تغاير معرفتان كما يلي:

$$\mu(x) = E[g(x)]$$

$$k(x, x') = Cov(g(x), g(x')) = E[(g(x) - \mu(x))(g(x') - \mu(x')))]$$

بحيث $x, x' \in \mathcal{X}$ عندئذٍ العملية الغاوصية (GP) تأخذ الشكل التالي:

$$\begin{bmatrix} g(x_1) \\ \vdots \\ g(x_d) \end{bmatrix} \sim N_d \left(\begin{bmatrix} \mu(x_1) \\ \vdots \\ \mu(x_d) \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} k(x_1, x_1) & k(x_1, x_2) & \cdots & k(x_1, x_d) \\ k(x_2, x_1) & k(x_2, x_2) & \cdots & k(x_2, x_d) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ k(x_d, x_1) & k(x_d, x_2) & \cdots & k(x_d, x_d) \end{bmatrix} \right) \quad (1)$$

ونرمز لذلك بالرمز:

$$P(g(x)) = \mathcal{GP}(\mu(x), k(x, x')) \quad (2)$$

نسمي الدالة $k(x, x')$ بدالة التغاير أو دالة النواة (نواة التغاير) وهي دالة موجبة محدودة ولها عدة أنواع (Bishop، 2007).

ليكن Y متغير تابع و X متغيرات عشوائية ذو d بُعد، يعطى نموذج الانحدار اللامعلمي وفق العلاقة:

$$y = g(x) + \varepsilon, \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma^2) \quad (3)$$

بحيث أن: $g(x)$ هي دالة مجهولة أما في الانحدار المعلمي تكون معلومة، تعاني الطرائق اللامعلمية من مشكلة تعدد الأبعاد (curse of dimensionality) عندما يتم تطبيقها مع المتغيرات المتعددة (أي عندما تكون d كبيرة)، لقد تم تطوير مجموعة متنوعة من النماذج البديلة للتغلب على هذه المشكلة منها نموذج انحدار العملية الغاوصية (GPR).

إن نموذج انحدار العملية الغاوصية هو نموذج لامعلمي، وهذا يعني بأنه لا يفترض شكل معين للدالة المدروسة ولكن يتم تحديد شكل العلاقة بين المدخلات والأهداف بالكامل من خلال البيانات التي قد تتضمن عدد غير محدود من الدوال، وتكون الدالة الأساسية التي تنتج البيانات مجهولة ولكن يتم توليد التنبؤات من خلال مجموعة من الدوال التي تخضع لتوزيع غاوص في فضاء الدوال، ويعتبر نموذج انحدار العملية الغاوصية من أحدث طرائق التنبؤ، وهو من نماذج بايز الاحتمالية، ففي معظم طرائق انحدار بايز يتم إيجاد معلومات مسبقة عن معاملات النموذج، وبعد ذلك يتم وضع شروط على البيانات لإعطاء معاملات النموذج اللاحق (البعدي)، حيث يمكن صياغة هذه المعلومات المسبقة بشكل توزيع احتمالي يسمى التوزيع القبلي و يحدد نموذج بايز المعلمات المجهولة للنموذج القبلي بينما يحدد نموذج عملية غاوص علاقات الدوال القبليّة مباشرة بين مدخلات الاختبار ومدخلات ومخرجات التدريب (Rasmussen وWilliams، 2006؛ Liu وزملاؤه، 2017).

لنفترض لدينا مجموعة من البيانات $\{(x_i, y_i)\}_{i=1}^n$ بحيث تشير $x_i \in \mathbb{R}^d$ إلى المدخلات والتي لها d بُعد وتشير $y_i \in \mathbb{R}$ إلى القيم الحقيقية للناتج و n إلى عدد البيانات، عندئذٍ يأخذ نموذج انحدار العملية الغاوصية (GPR) الشكل التالي:

$$y_i = g(x_i) + \varepsilon_i \quad ; i = 1, \dots, n, \quad \varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2) \quad (4)$$

$$g(x) \sim \mathcal{GP}(\mu(x), k(x, x')) \quad \text{بحيث أن:}$$

و $\mathcal{GP}(\mu(x), k(x, x'))$ هي عملية غاوص القبليّة (Gaussian process prior) مع دالة متوسط

$\mu(x)$ ودالة تغاير $k(x, x')$ وبالتالي يعطى نموذج انحدار العملية الغاوصية وفق العلاقة:

$$y = \mathcal{GP}(\mu(x), k(x, x')) + \sigma_n^2 \delta(x, x') \quad (5)$$

بحيث أن: $\delta(x, x')$ دالة دلتا كرونكير (Kronecker delta) و $\delta(x, x') = 0$ عندما $x \neq x'$

و $\delta(x, x') = 1$ عندما $x = x'$ و σ_n^2 تباين الضجيج العشوائي ومن الشائع أيضاً أن نفترض $\mu(x) = 0$ أي (دالة المتوسط للعملية الغاوسية القبلية معدومة) عندئذ يأخذ نموذج انحدار العملية الغاوسية الشكل التالي:

$$y \sim \mathcal{GP}(0, k(x, x') + \sigma_n^2 \delta(x, x')) \quad (6)$$

تم تصميم مجموعة متنوعة من دوال النواة، وسيتم في هذا البحث استخدام دالة النواة الغاوسية والموضحة وفق العلاقة الآتية:

$$k(x, x') = e^{-\frac{\|x-x'\|^2}{2\sigma^2}} \quad (7)$$

بحيث أن: $\|x - x'\| = \sqrt{(x - x')^T (x - x')}$ تشير إلى طول الشعاع $(x - x')$ أو نظيم الفرق بين قيمتين

x, x' و σ معامل دالة نواة غاوص (Rasmussen و Williams، 2006).

2-2- التنبؤ باستخدام انحدار متجه الدعم:

يقع انحدار متجه الدعم ضمن نطاق نظرية التعلم الاحصائي أو نظرية VC نسبة إلى العالمين Vapnik و Chervonenkis وتصف هذه النظرية خواص التعلم الآلي التي تمكنها من تعميم البيانات بشكل جيد.

قُدِّمَت هذه الطريقة كأداة للتصنيف (classification) لأول مرة من قبل العالم Vapnik عام 1995 باسم آلية مُتَّجِه الدَّعم (Support vector machine) أو اختصاراً (SVM) وقد نالت أهمية كبيرة في المجال التطبيقي. وفي عام (1998) قام Vapnik بتعديل طريقة (SVM) لتُعالج مسائل توفيق التوابع، وأُطلق على هذه الطريقة تسمية طريقة انحدار مُتَّجِه الدَّعم (Support vector Regression) والتي يرمز لها اختصاراً بـ (SVR) (Hastie وزملاؤه، 2009).

تعتمد طريقة انحدار مُتَّجِه الدَّعم على مبدأ تَعَلُّمٍ إحصائي غير موجود في نماذج الانحدار التقليدية يُعرف هذا المبدأ بتخفيض المخاطرة البنوية (structural risk minimization) حيث يُقَدِّم هذا المبدأ حدوداً لانحراف المخاطرة التجريبية (empirical risk) عن المخاطرة المُتَوَقَّعة (expected risk) بحيث يتم قياس جودة التقدير في انحدار متجه الدعم باستخدام نوعاً جديداً من دوال الخسارة يدعى بالدالة غير الحساسة لـ ε المقترحة من قبل Vapnik وفق العلاقة التالية:

$$L_\varepsilon(y, f(x, w)) = \begin{cases} 0 & ; |y - f(x, w)| \leq \varepsilon \\ |y - f(x, w)| - \varepsilon & otherwise \end{cases} \quad (8)$$

بحيث w تمثل معاملات الدالة f ويعبر المعامل ε عن الحد الأعلى من الانحرافات المسموح بها وبكلمات أخرى فإننا لا نهتم بالأخطاء مادامت أقل من ε لكننا لن نقبل أي انحراف أكبر من ε .

يتم في انحدار متجه الدعم بداية تنظيم المدخلات x إلى فضاء سمات ذو m بُعد باستخدام مجموعة تحويلات غير خطية محددة $\phi_i(x)$ (أي الانتقال بمجموعة بيانات التدريب من فضاء الإدخال إلى فضاء السمات والذي يكون له عدد أبعاد أكبر) ومن ثم يتم بناء نموذج خطي ضمن فضاء السمات (Alex وزملاؤه، 2004).

ويعطى النموذج الخطي (في فضاء السمات) وفق العلاقة:

$$f(x, w) = \sum_{i=1}^m w_i \phi_i(x) + b \quad (9)$$

بحيث يمثل الحد b الانحياز (bias)، وتشير $\phi_i(x); i = 1, \dots, m$ إلى مجموعة تحويلات غير خطية. مثلاً يمكن افتراض التحويل التالي $\Phi: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^3$ حيث $\Phi(x_1, x_2) = (x_1^2, \sqrt{2}x_1x_2, x_2^2)$ تشير الرموز السفلية إلى مكونات $x \in \mathbb{R}^2$.

ويتم بالوقت نفسه تخفيض تعقيد النموذج باستخدام دالة الخسارة غير الحساسة لـ ε عبر تصغير $\|w\|^2$. ولذلك يتم ادخال متغيرات مهملة (غير سالبة) ξ_i, ξ_i^* ; $i = 1, \dots, n$ لقياس انحراف عينات التدريب خارج المنطقة المحددة بـ ε . وتعطى صيغة انحدار متجه الدعم بشكل دالة التصغير الآتية:

$$\min_{w, \xi_i, \xi_i^*} \frac{1}{2} \|w\|^2 + C \sum_{i=1}^n (\xi_i + \xi_i^*) \quad (10)$$

$$s. t. \begin{cases} y_i - f(x_i, w) \leq \varepsilon + \xi_i \\ f(x_i, w) - y_i \leq \varepsilon + \xi_i^* \\ \xi_i, \xi_i^* \geq 0 \quad i = 1, \dots, n \end{cases}$$

حيث أن C ثابت موجب (معامل التعميم) (Cherkassky و Ma و Alex و زملاؤه، 2004).

إن ايجاد القيمة المثلى لتابع غير خطي يخضع لقيود بصيغة متراجحات يتم بإضافة شروط جديدة تدعى بشروط KKT (Karush–Kuhn–Tucker) على طريقة مضاريب لاغرانج، من خلال تقديم مجموعة من المتغيرات الثنوية α_i, α_i^* . بحيث تم إثبات أن لهذه الدالة نقطة سرجية (saddle point) فيما يتعلق بالمتغيرات الأولية primal والثنوية dual عند الحل (Alex و زملاؤه، 2004).

يعطينا حل المسألة السابقة القيم الأمثلية لـ b و w بدلالة المتغيرات الثنوية والتي من خلالها نستطيع تقدير قيم التنبؤ بشكل عددي ويكون لمسألة الأمثلية الحل التالي:

$$w = \sum_{i=1}^n (\alpha_i - \alpha_i^*) x_i \Rightarrow f(x) \quad (11)$$

$$= \sum_{i=1}^n (\alpha_i - \alpha_i^*) K(x, x_i) + b$$

وهذا ما ندعوه بمنشور متجه الدعم (Support Vector expansion).

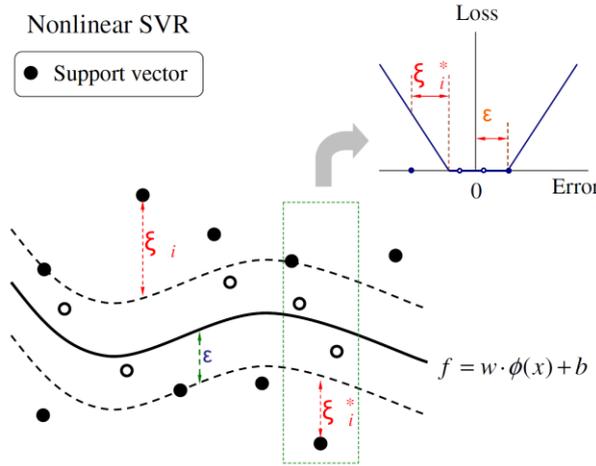
بحيث يتم تقييد المتغيرات الثنوية α_i, α_i^* بالشروط $0 \leq \alpha_i^*, \alpha_i \leq C$ ويشير $K(x, x_i)$ إلى دالة النواة بحيث يمكن الإشارة إلى ناتج الجداء الداخلي $\langle \phi(x), \phi(x_i) \rangle$ على أنه مقياس للتشابه بين x, x' في الفضاء الذي تم التحويل إليه (فضاء السمات). أي أننا سنقوم بحساب التشابه في فضاء السمات باستخدام الأنماط x_i (فضاء المدخلات). وبالتالي يمكننا الاكتفاء بمعرفة دالة التشابه k بحيث $K(x, x_i) = \sum_{j=1}^m \langle \phi_j(x) \phi_j(x_i) \rangle$ بدلاً من ϕ . وتُعرف دالة التشابه k بأنها دالة النواة التي تحقق شروط Mercer (Alex و زملاؤه، 2004).

تم تصميم مجموعة متنوعة من دوال النواة، وسيتم في هذا البحث استخدام دالة نواة لابلاس والموضحة وفق العلاقة الآتية:

$$k(x, x') = e^{-\frac{\|x-x'\|}{\sigma}} \quad ; \quad \sigma \geq 0 \quad (12)$$

بحيث أن: $\|x - x'\| = \sqrt{(x - x')^T (x - x')}$ تشير إلى طول الشعاع $(x - x')$ و σ معامل دالة نواة لابلاس. وتدعى نقاط البيانات التي تظهر مع معاملات غير معدومة بالعلاقة (11) بمتجهات الدعم SV_s وسنرمز بـ n_{SV} لعدد متجهات الدعم.

يوضح الشكل رقم (1) آلية عمل انحدار متجه الدعم بالحالة غير الخطية، بحيث تمثل النقاط باللون الأسود متجهات الدعم، كما يظهر كيفية تحكم قيمة ϵ بعرض الشريط غير الحساس، ويظهر قيم المتغيرات المهملة ξ_i, ξ_i^* والتي يتم التحكم بها باستخدام المعامل C .



الشكل رقم (1): انحدار متجه الدعم بالحالة غير الخطية باستخدام دالة الخسارة غير الحساسة لـ ϵ

تعتمد دقة التقدير لنموذج انحدار متجه الدعم على الضبط الجيد لضبط قيم المعاملات ϵ, C ومعامل دالة النواة σ (Cherkassky و Ma، 2004؛ Alex و زملاؤه، 2004؛ Yu و زملاؤه، 2006).

يحدد المعامل C الموازنة بين تعقيد النموذج (التسطح) (flatness) ودرجة الانحرافات الأكبر من ϵ المسموح بها في صيغة الأمثلية بالعلاقة (13). بينما يتحكم المعامل ϵ بعرض المنطقة غير الحساسة لـ ϵ المستخدمة لملائمة البيانات (Cherkassky و Ma، 2004؛ Alex و زملاؤه، 2004).

سنعتمد على طريقة الاختيار التحليلي (analytic selection) AS للمعاملات ϵ, C ومعامل دالة النواة σ مباشرة من بيانات التدريب وهي طريقة مقترحة من قبل Cherkassky و Ma عام (2004).

وتعطي هذه الطريقة نتائجاً جيدة وتتصف بسهولة حساب قيمها وتعطى قيم المعاملات بهذه الطريقة وفق العلاقة الآتية:

$$C = \max(|\bar{y} + 3S_y|, |\bar{y} - 3S_y|)$$

$$\epsilon = 3\hat{\sigma} \sqrt{\frac{\ln n}{n}} \quad (13)$$

$$\sigma \approx \tau \times \text{range}(x)$$

بحيث أن S_y, \bar{y} تشير على التوالي إلى المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لقيم y و $\text{range}(x) = |\max(x) - \min(x)|$ و τ عدد ضمن المجال $[0.1, 0.5]$ وتم اختيار القيمة $\tau = 0.30$ في هذا البحث و $\hat{\sigma}$ هو تقدير مستوى الضجيج لبيانات التدريب ويتم حسابه عبر الصيغة المقدمة بواسطة نموذج الجار الأقرب $k_nearest_neighbour$ كما يلي :

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n^{5k} - 1} \cdot \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (14)$$

بحيث أن \hat{y}_i هي قيم الانحدار بواسطة طريقة الجار الأقرب و k معامل يمثل عدد نقاط الجوار في خوارزمية الجار الأقرب

(Cherkassky و Ma، 2004).

2-3- الطريقة المقترحة لتحسين التنبؤ:

تعتبر أساليب تحليل الانحدار من أهم وأقوى أساليب التحليل الإحصائي الذي يُقيم العلاقات بين مجموعة من المتغيرات بغرض الوصول إلى صيغة تصف هذه العلاقات التي تمكننا من التنبؤ عن حصول تغير واحد أو أكثر في ضوء التغيرات الأخرى التي تتعلق بها، أي أن تحليل الانحدار طريق لتوقع نتيجة معينة اعتماداً على متحول أو عدة متحولات مستقلة. حيث أننا في تحليل الانحدار نجري توافقاً بين نموذج تنبؤي والبيانات المتوفرة لدينا أي أننا سنستخدم البيانات لتقدير نموذج يمكنه أن يصف الظاهرة بشكل جيد، ونستخدم هذا النموذج لتوقع قيماً للمتحوّل التابع اعتماداً على متحول أو أكثر من المتحوّلات المستقلة (التنبؤية)، هذا ويمكننا التنبؤ بأية بيانات اعتماداً على المعادلة العامة التالية:

$$\text{Outcome}_i = \text{model}_i + \text{error}_i \quad (15)$$

وهذا يعني أن النتيجة يمكننا الحصول عليها باستخدام نموذج ملائم لبيانات مع إضافة نوع من الخطأ، تتخذ شكل المعادلة وفقاً لنوع العلاقة التي نشاهدها ومن واقع البيانات الإحصائية الخاصة بهذه المتغيرات والتي يجب أن تتصف بالدقة وذلك حتى يلائم النموذج طبيعة الظاهرة (Izenman، 2008؛ Nielsen، 2009).

يملك كل من نموجي الانحدار انحدار العملية الغاوصية GPR وانحدار متجه الدعم SVR إمكانات وخواص مختلفة عند وصف سلوك وسمات منحنى الانحدار ضمن الأنماط الخطية وغير الخطية، لذا فإن النموذج المقترح في هذا البحث يتكوّن من مركبات كلا النموذجين بحيث نستطيع باستخدام النموذج المقترح نمذجة الأنماط المختلفة لنموذج الانحدار وتحسين مُجمل سلوك التنبؤ.

تتميز طريقة انحدار متجه الدعم بمقدرتها على الملائمة الشاملة للبيانات لذلك فهي تستفيد من معلومات كامل مجموعة البيانات لتوليد التنبؤات، بينما تتصف طريقة انحدار العملية الغاوصية GPR بقدرتها على الملائمة الموضوعية فهي قادرة على نمذجة أخطاء التنبؤ (Hastie وزملاؤه، 2009).

ليكن لدينا مجموعة من البيانات $\{(x_i, y_i)\}_{i=1}^n$ عندئذ يتكون نموذج الانحدار من جزء يمثل دالة الانحدار r_i وجزء يمثل قيم الأخطاء e_i ، بحيث تتضمّن الأخطاء e_i علاقة غير خطية تربط بين المشاهدات (Shi وزملاؤه، 2003). وبالتالي يُمكن التعبير عن y_i (مجموعة البيانات الأصلية) كما يلي:

$$y_i = r_i + e_i \quad (16)$$

ويتم تقدير \hat{y}_i من خلال مجموعة البيانات المدروسة بثلاث مراحل:

أولاً: يتم تقدير قيم r_i باستخدام انحدار متجه الدعم (أي أننا سنقوم بالتنبؤ بالبيانات الأصلية التي لدينا باستخدام نماذج انحدار متجه الدعم)، عندها تكون قيم البواقي عند المشاهدة i هي: $e_i = y_i - r_i$.

ثانياً: يتم نمذجة البواقي باستخدام طريقة انحدار العملية الغاوصية GPR:

$$\hat{e}_i = g(x_i) \quad (17)$$

علماً أن g دالة غير خطية تمّ نمذجته باستخدام طريقة انحدار العملية الغاوصية GPR .

ثالثاً: يتم جمع التقديرين اللذان حصلنا عليهما باستخدام نموذجي التنبؤ المُستخدمين، وبالتالي فإن النموذج المقترح للتنبؤ بالبيانات هو:

$$\hat{y}_i = r_i + \hat{e}_i \quad (18)$$

ويمكن من العلاقتين (11) و(6) مع استبدال قيمة y_i في العلاقة (6) بالبواقي e_i والتعويض في العلاقة (18) لينتج لدينا العلاقة التالية التي تمثل النموذج المقترح التالي:

$$\hat{y}_i = \sum_{i=1}^n (\alpha_i - \alpha_i^*) K(x, x_i) + b + \mathcal{GP}(0, k(x, x')) + \sigma_n^2 \delta(x, x') \quad (19)$$

بحيث $k(x, x'), \delta(x, x'), \sigma_n^2$ الفقرة (2-1) شرحها ضمن الفقرة (2-2) وتمثل e_i قيم البواقي و K دالة النواة و α_i, α_i^*, b التي قد تم شرحها ضمن الفقرة (2-2). وبهذا نكون قد استقدنا من خاصية التنبؤ الشامل لانحدار متجه الدعم في تقدير خط الانحدار وخاصية التنبؤ الموضوعي لانحدار العملية الغاوصية في نمذجة وتقدير قيم الأخطاء.

2-4- الجانب التطبيقي:

بغرض اختبار أداء الطريقة المقترحة في تحسين التنبؤ فمنا بتطبيق الطريقة المقترحة وطريقتي انحدار مُتَّجِه الدَّعْم وانحدار العملية الغاوصية على مجموعتي بيانات واقعية ومولدة.

2-4-1-البيانات الواقعية:

تمثل مجموعة البيانات الواقعية أعمار وأوزان وأطوال مجموعة من الأطفال أعمارهم من لحظة الولادة وحتى ست سنوات ونصف بحيث اعتمدنا بالقياس على الواحدات التالية السنة للعمر والكيلو للوزن والمتر للطول.

يهدف نموذج التنبؤ المراد بناءه إلى تقدير وزن الطفل عن طريق معرفة عمره وطوله بحيث يمثل وزن الطفل المتغير التابع Y ، بينما يمثل عمر الطفل المتغير الأول المستقل X_1 ويمثل طول الطفل المتغير الثاني المستقل X_2 ، (مصدر البيانات: نورالدين، (2013)).

2-4-2-البيانات المولدة:

تم توليد مجموعة البيانات المولدة بحجم 100 باستخدام دالة من النمط $sinc$ معطاة وفق العلاقة (Hu وزملاؤه، 2010):

$$y = sinc(x) = \begin{cases} 1 & ; x = 0 \\ \frac{\sin x}{x} & ; otherwise \end{cases} \quad (20)$$

وتم إضافة ضجيج عشوائي (تشويش) وفق التوزيع الطبيعي بتوقع رياضي معوم وبانحراف معياري قدره $0.1\sigma = \rho$ و $\rho = 1$.

2-4-3-منهجية اختبار الطريقة المقترحة:

تعتبر الدقة معياراً لاختيار النموذج الأمثل للتنبؤ، ويُقصد بالدقة فُدرَة نموذج التنبؤ على إعادة إنتاج البيانات الأصل للعينة المدروسة، ومنه فإن الاختيار المناسب لمقياس دقة التنبؤ يؤثر إيجاباً في تحديد فاعلية نموذج التنبؤ المستخدم وتعمل مقاييس دقة التنبؤ القياسية بشكل عام على مفهوم الفرق بين القيم الأصلية والقيم المتوقعة أو المُتنبئ بها، وهو ما ندعوه بخطأ التنبؤ، وكلما كان مقدار الفرق قليلاً كانت دالة التنبؤ أفضل وأدق، يوجد العديد من مقاييس دقة التنبؤ، وعادةً لا يتم الاعتماد على مقياس واحد في عملية ضبط نموذج التنبؤ. تعتبر المقاييس التالية: $MSE, RMSE, MAPE$ من أفضل مقاييس المقارنة بين نماذج تنبؤ مختلفة تم بناؤها باستخدام نفس مجموعة بيانات التدريب (Hyndman و Koehler، 2006).

وقد اعتمدنا في بحثنا هذا على هذه المقاييس كونها تلائم طبيعة البحث ويتم حسابهم كما يلي:

$$MSE = \text{mean}(e_i^2) \quad \text{متوسط مربعات الأخطاء} \quad \text{Mean squared error}$$

$$RMSE = \sqrt{MSE} \quad \text{جذر متوسط مربعات الأخطاء}$$

$$MAPE = \text{mean}(|e_i/y_i|) \quad \text{متوسط القيم المطلقة للأخطاء النسبية}$$

Root mean squared error

Mean absolute percentage error

$$e_i = y_i - \hat{y}_i \quad \text{بحيث يحسب خطأ التنبؤ من العلاقة:}$$

(يُدعى خطأ التنبؤ في بعض المراجع بالبقايا residuals) (Hardle وزملاؤه، 2004).

ويهدف تطبيق الطريقتين تم كتابة برنامج نصي باللغة البرمجية R (لغة برمجية إحصائية)، حيث تستطيع هذه اللغة القيام بالعديد من تحليلات البيانات بحيث يتم تنظيم هذه التحليلات ضمن ما يسمى بالحزم Packages مما يعني قدرة الباحثين على تطوير البرامج المختلفة الأمر الذي ساهم بانتشار استخدامها في المجالات الأكاديمية (Cotton، 2013، Matloff، 2011).

لتنفيذ هذا البحث تم الاستفادة من الحزم التالية:

الحزمة caret بهدف تطبيق خوارزمية الجار الأقرب لتقدير قيمة الضجيج وحساب مصفوفة المسافات الإقليدية لحساب معاملات انحدار متجه الدعم بالطريقة التحليلية، والحزمة kernlab بهدف تطبيق انحدار العملية الغاوصية وانحدار متجه الدعم.

في المرحلة الأولى فُمنّا بتطبيق نموذج انحدار العملية الغاوصية على مجموعتي البيانات الواقعية والمولدة وتم الاعتماد على دالة النواة الغاوصية بالعلاقة (7) كدالة نواة وتم حساب قيم مقاييس الأخطاء الثلاثة (MSE، RMSE، MAPE) للحكم على جودة أداء كل طريقة من طرائق التنبؤ.

وفي المرحلة الثانية فُمنّا بتطبيق نموذج انحدار متجه الدعم على مجموعتي البيانات وتم حساب المعاملين ϵ ، C ومعامل دالة النواة σ وفق العلاقة (13) وكما تم الاعتماد على دالة نواة لابلاس بالعلاقة (12) كدالة تشابه في فضاء السمات الذي تم التحويل إليه وتم حساب قيم مقاييس الأخطاء الثلاثة (MSE، RMSE، MAPE).

وفي المرحلة الثالثة فُمنّا بتطبيق النموذج المقترح على مجموعتي البيانات الواقعية والمولدة وتم اعتماد على نفس قيم المعاملات المحسوبة في المرحلتين السابقتين. وتم أيضاً حساب قيم مقاييس الأخطاء الثلاثة (MSE، RMSE، MAPE).

3-النتائج ومناقشتها:

سنقوم الآن بعرض النتائج التطبيقية على كل من مجموعتي البيانات:

بعد التطبيق العملي ظهرت لدينا النتائج الموضحة بالجدول والأشكال كما يلي:

الجدول رقم (1) قيم المعاملات المستخدمة ضمن مجموعة البيانات الواقعية

معامل دالة نواة σ	معامل انحدار متجه الدعم C	معامل انحدار متجه الدعم ϵ	معامل الجار الأقرب k	معامل دالة النواة الغاوصية σ	معامل انحدار العملية الغاوصية σ_n
35.3994	26.74253	0.5108546	5	40.89324	1

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات اللغة البرمجية R

بعد تطبيق الطريقة المقترحة وطريقة انحدار مُتجه الدَّعم وطريقة انحدار العملية الغاوصية وفق المعاملات الموضحة بالجدول رقم (1) على مجموعة بيانات الأطفال الواقعية وحساب قيم مقاييس الأخطاء لكل طريقة ظهرت لدينا النتائج التالية:

الجدول رقم (2): نتائج تطبيق الطرائق الثلاثة على مجموعة البيانات الواقعية

طريقة انحدار العملية الغاوصية			طريقة انحدار مُتجه الدّعم			الطريقة المقترحة		
MSE	RMSE	MAPE	MSE	RMSE	MAPE	MSE	RMSE	MAPE
3.1680	1.7798	0.2917	5.2254	2.2859	0.3627	1.1215	1.0590	0.0581

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات اللغة البرمجية R

يُظهر الجدول رقم (2) من اليسار إلى اليمين اسم الطريقة المستخدمة وقيم مقاييس الأخطاء الثلاثة (RMSE، MSE، MAPE) على مجموعة البيانات الواقعية.

نلاحظ من الجدول رقم (2) بأنه كان للطريقة المقترحة قيمة أصغر لمقاييس الأخطاء الثلاثة (RMSE، MAPE، MSE) من قيم مقاييس الأخطاء الناتجة عن التطبيق المفرد لطريقتي انحدار العملية الغاوصية وانحدار متجه الدعم على مجموعة البيانات الواقعية.

وبإعادة الحسابات بالنسبة لمجموعة البيانات المولدة وعند الحالات المختلفة للضجيج العشوائي $\sigma = 0.1$ و $\rho = 0.5$ و $\rho = 1$ ظهرت لدينا النتائج التالية:

الجدول رقم (3) قيم المعاملات المستخدمة ضمن مجموعة البيانات المولدة

	معامل انحدار متجه الدعم C	معامل انحدار متجه الدعم E	معامل الجار الأقرب k	معامل دالة النواة الغاوصية σ	معامل انحدار العملية الغاوصية σ_n	
Sinc 0.1	6	1.294957	0.037591	5	5.860907	0.063164737
Sinc 0.5	6	2.016488	0.185948	5	5.860907	0.525084891
Sinc 1	6	3.268399	0.371603	5	5.860907	0.750846655

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات اللغة البرمجية R

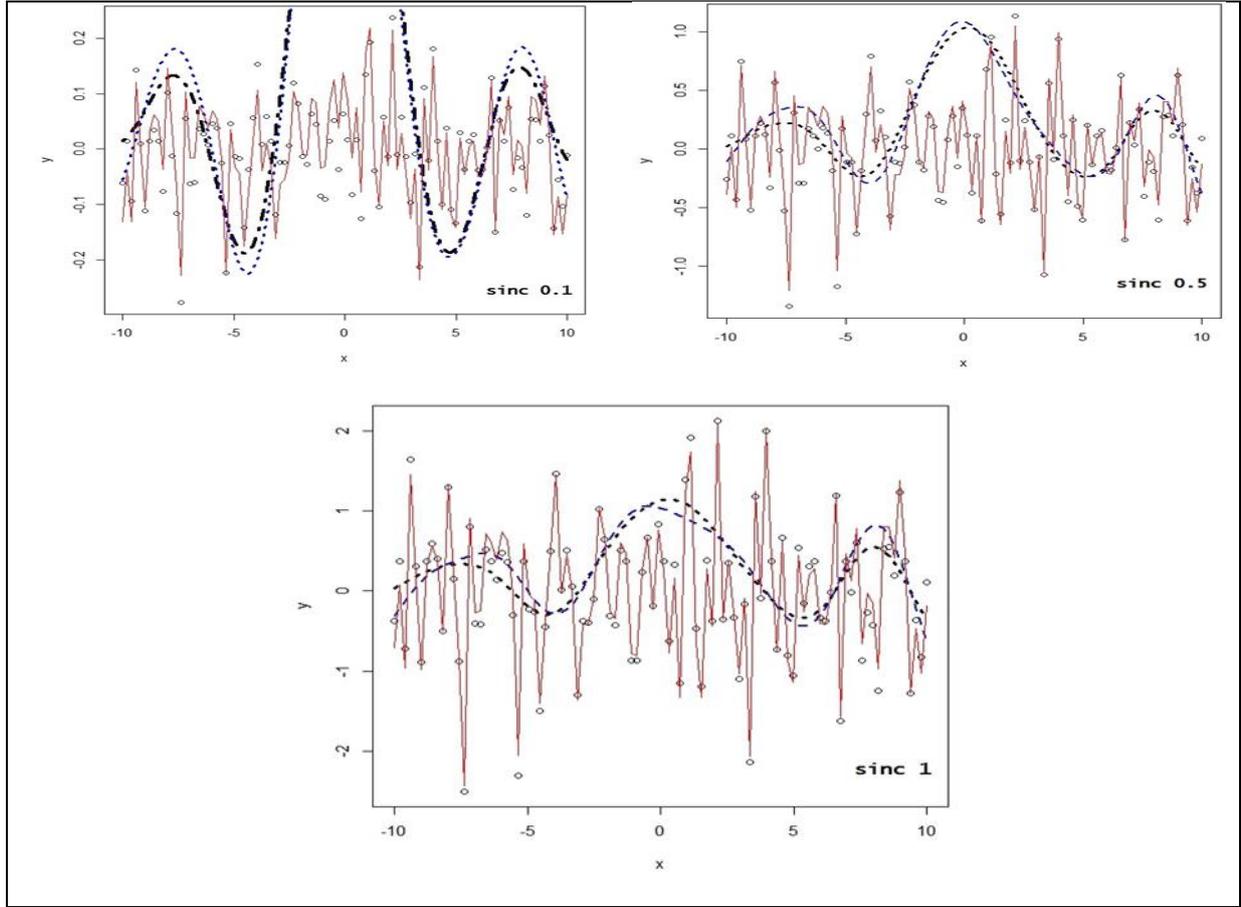
بعد تطبيق الطرائق الثلاثة وفق المعاملات الموضحة بالجدول رقم (3) على مجموعة البيانات المولدة وعند الحالات المختلفة للضجيج العشوائي $\sigma = 0.1$ و $\rho = 0.5$ و $\rho = 1$ وحساب قيم مقاييس الأخطاء لكل طريقة ظهرت لدينا النتائج التالية:

الجدول رقم (4): نتائج تطبيق الطرائق الثلاثة على مجموعة البيانات المولدة

	طريقة انحدار العملية الغاوصية			طريقة انحدار متجه الدعم			الطريقة المقترحة		
	MSE	RMSE	MAPE	MSE	RMSE	MAPE	MSE	RMSE	MAPE
Sinc 0.1	0.00881	0.09386	1.19612	0.00766	0.08753	0.99279	0.00125	0.03544	0.04065
Sinc 0.5	0.18870	0.43439	1.52227	0.18960	0.43543	1.73138	0.00888	0.09426	1.41863
Sinc 1	0.74879	0.86533	1.44718	0.7468	0.86420	1.89874	0.02159	0.14696	0.48680

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات اللغة البرمجية R

يُظهر الجدول رقم (4) من اليسار إلى اليمين اسم الطريقة المستخدمة وقيم مقاييس الأخطاء الثلاثة على مجموعة البيانات المولدة، حيث أن قيم مقاييس الأخطاء الثلاثة المحسوبة باستخدام الدالة *sinc* مع إضافة ضجيج عشوائي قدره 0.1σ في السطر الأول، وقيم مقاييس الأخطاء الثلاثة المحسوبة باستخدام الدالة *sinc* مع إضافة ضجيج عشوائي قدره 0.5σ في السطر الثاني، وباستخدام الدالة *sinc* مع إضافة ضجيج عشوائي قدره 1σ في السطر الثالث.



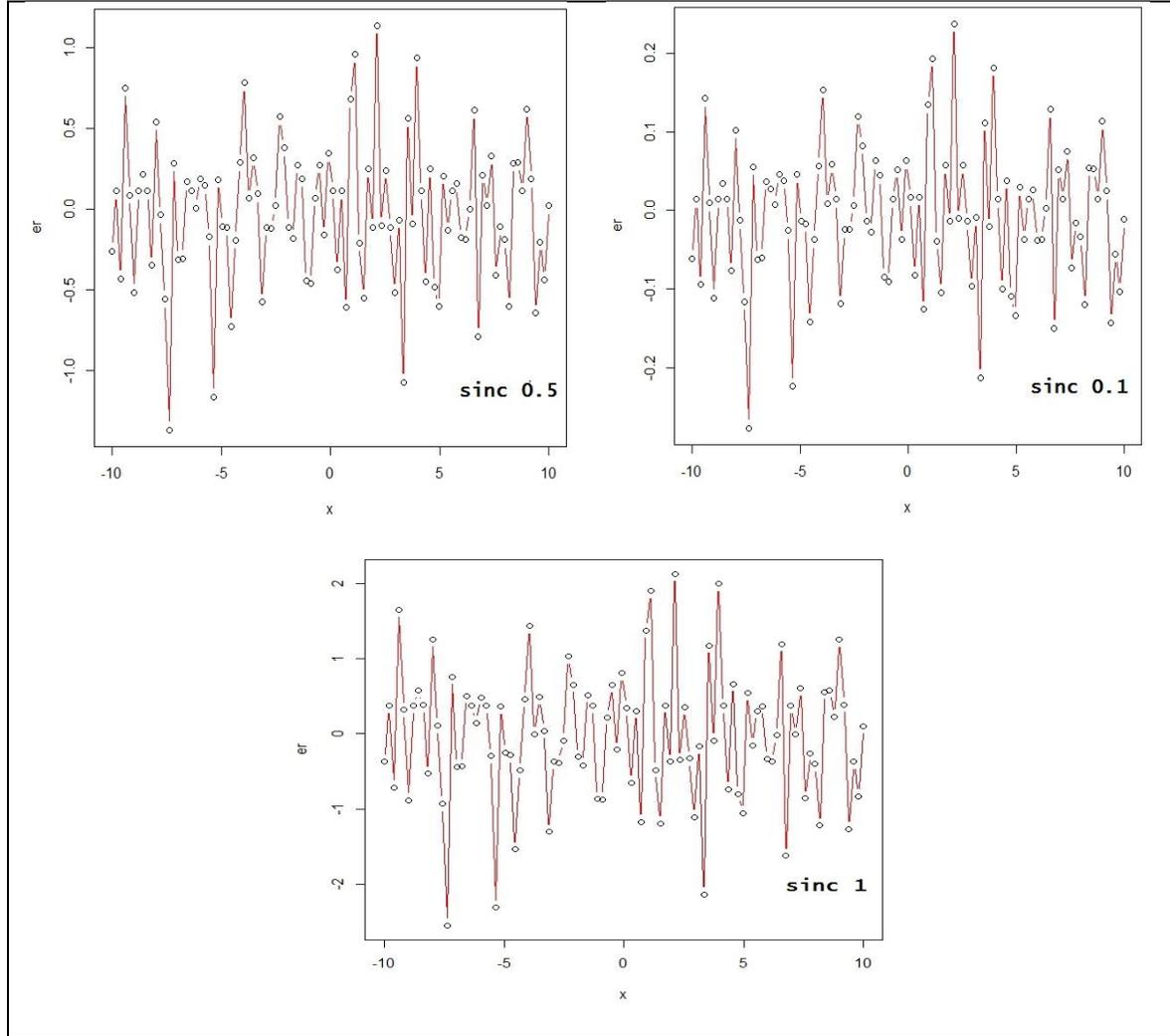
الشكل رقم (2): مقارنة خطوط الانحدار بالطرائق الثلاثة في حالة البيانات المولدة

باستخدام الدالة Sinc مع إضافة ثلاث حالات مختلفة للضجيج العشوائي

كما يظهر الشكل رقم (2) مقارنة لخطوط الانحدار المحسوبة بالطرائق الثلاثة (انحدار العملية الغاوسية بالخط المنقطع باللون الأسود وانحدار متجه الدعم بالخط المنقط باللون الأزرق والطريقة المقترحة بالخط المتواصل باللون الأحمر) في حالة البيانات المولدة باستخدام الدالة Sinc مع إضافة ثلاث حالات مختلفة للضجيج العشوائي $\rho=0.1$ و $\rho=0.5$ و $\rho=1$ وتم الرسم باستخدام لغة R باستخدام التعليمتين plot و lines.

نلاحظ من الجدول رقم (4) تفوق الطريقة المقترحة على طريقتي انحدار العملية الغاوسية و انحدار متجه الدعم لأنها حققت قيمة أصغر لمقاييس الأخطاء الثلاثة (MAPE، RMSE، MSE) عند تطبيقها على مجموعة البيانات المولدة باستخدام الدالة Sinc في الحالات الثلاث المختلفة للضجيج العشوائي $\rho=0.1$ و $\rho=0.5$ و $\rho=1$ ونلاحظ أيضاً أنه كلما ازدادت قيمة الضجيج العشوائي كلما ازدادت قيمة مقياس الخطأ المستخدم.

ويُظهر الشكل رقم (3) نمذجة الأخطاء باستخدام انحدار العملية الغاوسية وهي العملية الموضحة بالخطوة الثانية من النموذج المقترح على مجموعة البيانات المولدة باستخدام الدالة Sinc مع إضافة ثلاث حالات مختلفة للضجيج العشوائي $\rho=0.1$ و $\rho=0.5$ و $\rho=1$.



الشكل رقم (3): نمذجة الأخطاء على مجموعة البيانات المولدة باستخدام الدالة *Sinc* مع إضافة ثلاث حالات مختلفة للضجيج العشوائي

نلاحظ من الشكل (2) بأن النموذج المقترح يمتلك أفضل تمثيل للبيانات ومن خلال الشكل رقم (3) نجد قدرة نموذج انحدار العملية الغاوسية على ملائمة قيم أخطاء التنبؤ.

4-الاستنتاجات والتوصيات:

1-4-الاستنتاجات: Conclusions

من خلال ما ذكر سابقاً وما سُجل من نتائج نورد ما يلي:

1-أظهرت الدراسة التي أجريناها على مجموعتي البيانات الواقعية والمولدة تفوق الطريقة المقترحة على طريقتي انحدار مُتجه الدَّعم وانحدار العملية الغاوسية، وذلك من خلال تحقيقها لأصغر قيمة من قيم مقاييس الأخطاء الثلاثة (MSE، RMSE، MAPE).

2-من خلال نتائج هذه الدراسة تبين بأن النموذج المُقترح قد أعطى دقة تنبؤ أفضل من دقة التنبؤ التي حصلنا عليها باستعمال نماذج التنبؤ المفردة لطريقتي انحدار العملية الغاوسية وانحدار متجه الدعم وذلك لتكرار عدد الأفضلية بالاعتماد على أصغر قيمة من قيم مقاييس الأخطاء المستخدمة وبسبب قدرة منحني الانحدار المثل لها على ملائمة وتمثيل البيانات بشكل أفضل.

4-2-التوصيات: Recommendations

- 1- مما سبق نوصي باستخدام الطريقة المقترحة كونها أعطت أفضل النتائج على مجموعات بيانات أخرى.
- 2- نوصي الباحثين بإجراء عمليات دمج بين طرائق الانحدار الأخرى وتطبيقها في مجالات العلوم المختلفة.
- 3- إجراء دراسات مستقبلية حول تحسين دقة التنبؤ باستخدام طرائق أخرى غير الطريقة المقترحة في هذا البحث.

5-المراجع العربية:

- 1) نورالدين، محمد مالك، (2013). تطوير تقنيات تنقيب المعطيات للقيام بمهام التنبؤ. رسالة ماجستير في الرياضيات- كلية العلوم-جامعة حلب.

6-References:

- 12- Alex, J., Smol, A., Scholkope, B., (2004). A Tutorial on Support Vector Regression, Statistics and Computing. 14, 199–222.
- 13- Bishop, C. M., (2007).Pattern Recognition and Machine Learning. Springer.
- 14- Cherkassky, V., Ma, Y., (2004).Practical Selection of SVM Parameters and Noise Estimation for SVM Regression, Neural Networks, 17, 113–126.
- 15- Cotton, R., (2013). Learning R, O'Reilly Media, Inc., United States of America, 377.
- 16- Hardle, W., Muller, M., Sperlich, S.,and Werwatz A., (2004) .Nonparametric and Semiparametric Models, Springer, Berlin, 301.
- 17- Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J., (2009). The Elements of Statistical Learning Data Mining, Inference, and Prediction. Springer, 2th ED, Berlin, 764.
- 18- Hu, Z.,Min, W, Huang, X., (2010).Parameter Selection of Support Vector Regression Based on Particle Swarm Optimization, International Conference on Granular Computing, 5, 251 – 256.
- 19- Hyndman, R., J., Koehler, A. B., (2006). Another Look at Measures of Forecast Accuracy, International Journal of Forecasting, 22, 679–688.
- 20- Izenman, A.J., (2008). Multivariate Statistical Techniques: Regression,Classification and manifold learning. New York: Springer.
- 21- Liu, Y., Keller, Y., Song, PH., Bond, J., Jiang, G., (2017).Prediction of concrete corrosion in sewers with hybrid Gaussian processes regression model. RSC Advances, 7, 30894–30903.
- 22- Matloff, N., (2011).The Art of R Programming, Malloy Incorporated, United States of America, 373.

- 23– **Nielsen, A.**,(2009) .Least Squares Adjustment Linear and Nonlinear Weighted Regression Analysis Informatics and Mathematical Modelling. Technical University, Denmark.
- 24– **Rasmussen, C. E., Williams C. K. I., (2006)**.Gaussian Processes for Machine Learning. MIT, Press.
- 25– **Shi, J., GUO, J., Zheng, S., (2012)**. Evaluation of Hybrid Forecasting Approaches for Wind Speed and Power Generation Time Series. Sustainable Energy Reviews, 16, 3471–3480.
- 26– **Yu, P., Chen, S., Chang, I., (2006)**. Support Vector Regression for Real-time Flood Stage Forecasting, Hydrology, 328, 704– 716.
- 27– **Zhang, G.; Patuwo, B., Hu, M., (1998)**. Time Series Forecasting Using a Hybrid ARIMA and Neural Network Model. Neuro computing, 50, 159–175.

تعديل تابع الانتماء في طريقة المربعات الصغرى الضبابية FLS ودمجها مع نظام الاستدلال الضبابي SUGENO لمعالجة حالات عدم التأكد

هادية طهماز* د. مصطفى مظهر رنة** د. عبد القادر جوخدار***

(الإيداع: 25 شباط 2019، القبول: 30 آيار 2019)

الملخص

كثيراً ما تتعرض البيانات إلى مشاكل أثناء جمعها وتبويبها كوجود قيم مفقودة أو شاذة أو وجود ارتيابية وعدم يقين، مما يؤثر على سلامة النتائج هذا يدفعنا إلى الاهتمام بالمشاكل التي تصيب البيانات لاتخاذ القرارات الصحيحة. جاء هذا البحث للاهتمام بمعالجة حالات عدم التأكد Uncertainty التي تظهر في البيانات لذا تم اقتراح طريقة جديدة لهذا الغرض، تتلخص الطريقة المقترحة بدمج نظام الاستدلال Sugeno مع طريقة المربعات الصغرى الضبابية FLS للحصول على معالم تساعدنا على تصحيح القيم الارتياحية بأقل خطأ ممكن، وتم فيها اقتراح تعديل تابع الانتماء للعمل على تضبيب بيانات المتغير التابع كخطوة جديدة في طريقة FLS الضبابية مفادها تصغير قيم الانتشار في تابع الهدف للحصول على مقدرات المعالم التي من خلالها نعتمد على تقريب القيم الارتياحية إلى قيمها الحقيقية. تم في هذا البحث تطبيق الفكرة المقترحة على إشارة جيبية مولدة باستخدام برنامج MATLAB® وافترضنا وجود ارتيابية في قيمها، وتبين عند تطبيق الطريقة المقترحة أن دقة التصحيح قد وصلت إلى 99% باستخدام مقاييس كفاءة التنبؤ وهي متوسط مربعات الأخطاء MSE ومتوسط نسبة الخطأ المطلق MAPE مقارنة مع طريقة المربعات الصغرى التقليدية التي يستخدمها نظام الاستدلال Sugeno.

الكلمات المفتاحية: حالات عدم التأكد، المنطق الضبابي، تابع الانتماء، نظام الاستدلال الضبابي Sugeno، طريقة المربعات الصغرى الضبابية FLS.

* طالبة دراسات عليا (دكتوراه)، قسم الإحصاء الرياضي، كلية العلوم، جامعة حلب.

** قسم الإحصاء الرياضي، كلية العلوم، جامعة حلب.

*** قسم هندسة الميكاترونكس، كلية الهندسة الكهربائية والإلكترونية، جامعة حلب

Modification of Membership Function in Fuzzy Least Square (FLS) Method and Its Merge with Sugeno Fuzzy Inference System for Data Uncertainty Process

Hadia Tohmaz *, Mostafa Ranneh**, Abdulkader Joukhadar

(Received:25 February 2019, Accepted:30 May 2019)

ABSTRACT:

Data is often encounters problems during collection and tabulation as existence of missing, outlier, or uncertainty values. This would affect the validation of the results.

This paper provides uncertainty study and its process using proposed method. This method for uncertainty values corrections is proposed using both Sugeno fuzzy inference system and (FLS) fuzzy least square. As soon as modify of membership function in fuzzy least square, with fuzziness of dependent variable data, that work to minimize spread values in the target function to obtain the coefficients which approximate the uncertainty values to their original values.

In this paper, the proposed idea is applied to a sinusoidal signal using MATLAB® toolbox with additive uncertainty. The application of the proposed method shows that the accuracy of the correction is 99% using two statistical criteria; the mean square error (MSE) and mean absolute percentage error (MAPE) compared to the traditional least square method used by the Sugeno inference system.

Key words: uncertainty, Fuzzy Logic, membership function, Sugeno fuzzy inference system, (FLS) fuzzy least square.

*PhD student Dept. Mathematical Statistic, Faculty of Science, University of Aleppo, Aleppo, Syria.

** PhD, Associate Professor Dept. Mathematical Statistic, Faculty of Science, University of Aleppo, Aleppo, Syria.

*** PhD, Associate Professor Dept. Mechatronics Engineering, Faculty of Electrical and Electronic Engineering, University of Aleppo, Aleppo, Syria.

1. مقدمة:

من إحدى المشاكل الرئيسية لأي نموذج رياضي هو وجود ارتيابية (أو عدم التأكد) في البيانات، وتعرف هذه البيانات بأنها عبارة عن قيم تحتوي على ضجيج والتي تكون في محل شك بمصادقيتها لانحرافها عن القيم الأصلية، والتي تظهر في العديد من المجالات البيئية والاقتصادية والتجارية والطبية والعديد من المجالات الأخرى، مثل الارتياابية الناتجة عن أجهزة الاستشعار أثناء قراءة درجات الحرارة وسرعة الرياح ونسبة الرطوبة والعديد من الأمثلة الأخرى [1].

من المعروف أن اتخاذ القرارات الصحيحة تعتبر من أحد العوامل الرئيسية للنجاح في الحياة والعمل وغيرها، ومن أجل الوصول إلى أعلى دقة في اتخاذ القرارات المناسبة والتنبؤ بأقل خطأ ممكن يجب الاهتمام بمعالجة المشاكل الموجودة في البيانات وبالأخص وجود حالات عدم تأكد التي تؤثر بشكل ملحوظ على المنطق الإحصائي، لذا دفعنا هذا إلى استخدام أساليب متطورة تعالج هذا النوع من المشاكل أهمها النظرية الضبابية، سنركز على دمج مفهومي كل من الاستدلال الضبابي والانحدار الضبابي وإبراز أهميتهما في معالجة مثل هذا النوع من البيانات.

2. مشكلة البحث:

أثناء جمع البيانات تظهر لدى المستخدمين مشكلة عدم التأكد والارتياابية في البيانات المدروسة لظاهرة معينة ناتجة عن أخطاء في القياس أو عدم دقة في أجهزة القياس فهذا بدوره يؤدي إلى ظهور حالة تسمى بالبيئة الضبابية وبالتالي نواجه صعوبة كبيرة في صنع القرار في مثل هذه البيئة بسبب عدم التأكد في البيانات أو تغييرها باستمرار، لذا من المهم استخدام أساليب المنطق الضبابي للتغلب على مثل هذه المشاكل وتصحيح البيانات لتكون أقرب إلى الواقع واتخاذ القرارات المناسبة بشأنها والتنبؤ بالقيم المستقبلية بشكل صحيح ودقيق.

3. أهداف البحث:

يهدف البحث إلى:

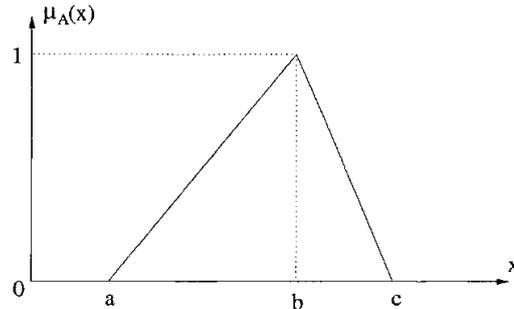
- 1- معالجة حالات عدم التأكد (ارتياابية البيانات) باستخدام أساليب الأنظمة الخبيرة الضبابية.
- 2- اقتراح استخدام نظام الاستدلال Sugeno الضبابي لمعالجة حالات عدم التأكد.
- 3- اقتراح تقدير معالم مستقيم الانحدار الناتج في النظام Sugeno باستخدام طريقة FLS بدلاً من الطرائق الاعتيادية.
- 4- اقتراح تعديل تابع الانتماء المثلي الذي يعمل على تضبيب قيم المتغير التابع بدلاً من تابع الانتماء في طريقة FLS، بهدف تقليل مجموع قيم الانتشار والوصول الى قيم معالم مقدرة تساعدنا بعملية التصحيح، وذلك وفقاً للطريقة المقترحة الذكية (Modified FLS & Sugeno).
- 5- استخدام مقاييس مؤشر الأداء (مقاييس التنبؤ) لقياس دقة تصحيح القيم المرتابة للطرائق المذكورة.

4. المنطق الضبابي Fuzzy Logic:

نشأ هذا المنطق عام 1965 على يد العالم " Lotfi Zadeh " من جامعة كاليفورنيا حيث طوره ليستخدمه كطريقة أفضل لمعالجة البيانات، جاء هذا المنطق كتطوير للمنطق البولياني Boolean logic الذي لا يعرف سوى الصح والخطأ (True- False)، أي أنه الأسلوب الذي يتم من خلاله تحديد درجة العضوية (أو الانتماء) degrees of membership من خلال تابع الانتماء Membership Function ويأخذ قيمة بين الصفر والواحد [2]. يوجد العديد من أنواع توابع الانتماء منها المثلي وشبه المنحرف وتابع غاوص وتابع سيغمويد والعديد من التوابع الأخرى [3]، سنقتصر في بحثنا هذا على ذكر تابع الانتماء المثلي: يتميز هذا التابع بثلاث بارامترات a و b و c ويمكن تمثيله بالصيغة التالية [4]:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a} & ; a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & ; b \leq x \leq c \\ 0 & ; otherwise \end{cases} \quad (1)$$

ويمثل تابع الانتماء المثلثي بالشكل (1) التالي:



الشكل (1): تابع الانتماء المثلثي

5. نظام الاستدلال الضبابي Sugeno [5][6]:

قام الباحث الياباني Sugeno في عام 1985 بإنشاء أول تطبيق نظام تحكم ضبابي يعتمد على قواعد لغوية من النوع (IF-THEN) الضبابية أي بشكل يشبه التفكير البشري للتعامل مع الارتباية في البيانات، يتلخص هذا النظام بالخطوات التالية:

- 1- نقوم بتقسيم فضاء العينة إلى فضاءات جزئية.
- 2- الخطوة الثانية تدعى بالتضبيب fuzziness وذلك بتحديد المجموعة الضبابية لكل فضاء جزئي، أي نحدد كلاً من A_1 إلى المجموعة A_k .
- 3- نعمل على تحديد جميع القواعد المتعلقة بالمسألة المدروسة لكل فضاء جزئي والتي تعتمد على مبدأ (IF-THEN) أي الشرط والنتيجة كما يلي:

$$\begin{aligned} R^1 \text{ if } x_1 \text{ is } A_1^1, \dots, \text{ and } x_k \text{ is } A_k^1 \\ \text{then } y = p_0^1 + p_1^1 \cdot x_1 + \dots + p_k^1 \cdot x_k \\ \vdots \\ R^n \text{ if } x_1 \text{ is } A_1^n, \dots, \text{ and } x_k \text{ is } A_k^n \\ \text{then } y = p_0^n + p_1^n \cdot x_1 + \dots + p_k^n \cdot x_k \end{aligned} \quad (2)$$

- حيث k تمثل عدد البارامترات الناتجة لكل قاعدة و n عدد القواعد وتحدد حسب المسألة المدروسة و m تمثل عدد المخرجات.
- 4- نحسب بارامترات الخرج (معالم مستقيم الانحدار) لكل قاعدة بالاعتماد على خبرة الباحث أو طريقة المربعات الصغرى.
- 5- الخطوة الأخيرة تدعى بإلغاء الضبابية: يتم حساب قيمة الخرج النهائية بإزالة الضبابية عنها باستخدام إحدى طرق إزالة التضبيب، أي قيمة الخرج y من أجل k دخل x_1, \dots, x_k نحصل عليها من العلاقة التالية:

$$y = \frac{\sum_{i=1}^n (A_1^i(x_1) \wedge \dots \wedge A_n^i(x_n)) \cdot (p_0^i + p_1^i \cdot x_1 + \dots + p_k^i \cdot x_k)}{\sum_{i=1}^n (A_1^i(x_1) \wedge \dots \wedge A_n^i(x_n))} \quad (3)$$

وتدعى هذه الطريقة في إزالة الضبابية بطريقة المتوسط الموزون Weighted Average، ويوجد طريقة أخرى في إزالة الضبابية باستخدام نظام الاستدلال Sugeno تدعى بالمجموع الموزون Weighted sum وتعطى بالعلاقة التالية:

$$y = \sum_{i=1}^n (A_1^i(x_1) \wedge \dots \wedge A_n^i(x_n)) \cdot (p_0^i + p_1^i \cdot x_1 + \dots + p_k^i \cdot x_k) \quad (4)$$

6. المربعات الصغرى الضبابية (Fuzzy Least Square (FLS):

تستخدم طريقة المربعات الصغرى الضبابية FLS في الحصول على تقديرات معالم نموذج الانحدار الضبابي، حيث تعتمد هذه الطريقة على تصغير المسافة بين النتائج التي نحصل عليها والملاحظات الحقيقية للحصول على أفضل مطابقة للنموذج وهذا بدوره يوصلنا إلى أفضل تصحيح للقيم الارتياحية [7].

ففي عام 1988 اقترح الباحث Diamond طريقة المربعات الصغرى الضبابية FLS واعتمد على تقدير معالم النموذج الانحدار $y = A + Bx$ بحساب المسافات التربيعية بين قيم الدخل والخرج كما في العلاقة التالية [7]:

$$d(X, Y)^2 = [x - y - (c_{rx} - c_{ry})]^2 + [x - y - (c_{lx} - c_{ly})]^2 + (x - y)^2 \quad (5)$$

علماً أن c_{rx} الانتشار اليميني بالنسبة للمتغير x و c_{ry} الانتشار اليميني بالنسبة للمتغير y و c_{lx} الانتشار اليساري بالنسبة للمتغير x و c_{ly} الانتشار اليساري بالنسبة للمتغير y .

ففي عام 2003 تم تطوير طريقة المربعات الصغرى الضبابية على يد كل من الباحثين Liu و Yang وذلك بتصغير المسافة بين المدخلات والمخرجات لتقليل الخطأ الناتج عن التقدير وللتغلب على مشكلة القيم الشاذة والوصول إلى أمثلة التقدير بالشكل التالي [8]:

$$\begin{aligned} \text{Min } r(a, b_1, b_2, \dots, b_p) \\ = \sum d(a + b_1 X_{1i} + \dots + b_p X_{pi}, Y_i)^2 \end{aligned} \quad (7)$$

حيث إن $\beta = (a, b_1, b_2, \dots, b_p)$ تمثل معالم النموذج وهي عبارة عن أعداد حقيقية غير ضبابية، $X = (x, c_{rx}, c_{lx})$ متجه المتغيرات المستقلة، تكون قيمها أعداداً ضبابية ذات انتشار معين بحد أيمن هو c_{rx} وحد أيسر هو c_{lx} وقيمة مركزية هي x ، والمتغير التابع $Y = (y, c_{ry}, c_{ly})$ علماً أن y تمثل قيمة المركز و c_{ry} قيمة الانتشار من اليمين أو تدعى بقيمة التضييب fuzziness للمتغير التابع و c_{ly} قيمة الانتشار من اليسار و e_i تعبر عن قيمة الانتشار من اليمين واليسار في حال كان العدد المثالي متماثل، يتم تضييبه وفقاً لتابع الانتماء التالي [9]:

$$\mu_{Y_i^*}(y) = 1 - \frac{|y_i - y|}{e_i} \quad (8)$$

يمكننا أن نكتب المسافة d في العلاقة (7) بالشكل التالي [8]:

$$\begin{aligned} d(a + b_1 X_{1i} + \dots + b_p X_{pi}, Y_i)^2 = \\ = \left[a + b_1 X_{1i} + \dots + b_p X_{pi} - y_i - (b_1 c_{lx_1} + b_2 c_{lx_2} + \dots + b_p c_{lx_p} - c_{ly_i}) \right]^2 \end{aligned}$$

$$+ \left[a + b_1 X_{1i} + \dots + b_p X_{pi} - y_i + (b_1 c_{lx_1} + b_2 c_{lx_2} + \dots + b_p c_{lx_p} - c_{ly_i}) \right]^2 + \left((a + b_1 X_{1i} + \dots + b_p X_{pi} - y_i)^2 \right) \quad (9)$$

والآن بأخذ التفاضل الجزئي للمسافة بالنسبة للمعالم a, b_1, b_2, \dots, b_p ومساواتها بالصفر كما يلي:

$$\frac{\partial d}{\partial a} = 0, \frac{\partial d}{\partial b_1} = 0, \dots, \frac{\partial d}{\partial b_p} = 0 \quad (10)$$

ويحل هذه المعادلات التفاضلية التي عددها $p+1$ نحصل على مقدرات معالم نموذج الانحدار بطريقة المربعات الصغرى، أي نحصل على $\hat{\beta}$ وفقاً للعلاقة التالية (باستخدام المصفوفات) [8]:

$$\hat{\beta} = (X'X + A'A + B'B)^{-1} (X'Y + A'C + B'D) \quad (11)$$

حيث إن:

$$Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}, \quad X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & \dots & x_{p1} \\ 1 & x_{12} & \vdots & x_{p2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_{1n} & \dots & x_{pn} \end{bmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix} y_1 - c_{ry_1} \\ y_2 - c_{ry_2} \\ \vdots \\ y_n - c_{ry_n} \end{bmatrix}, \quad D = \begin{bmatrix} y_1 + c_{ly_1} \\ y_2 + c_{ly_2} \\ \vdots \\ y_n + c_{ly_n} \end{bmatrix}$$

$$A = \begin{bmatrix} 1 & (x_{11} - c_{rx_{11}}) & \dots & (x_{p1} - c_{rx_{p1}}) \\ 1 & (x_{12} - c_{rx_{12}}) & \vdots & (x_{p2} - c_{rx_{p2}}) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & (x_{1n} - c_{rx_{1n}}) & \dots & (x_{pn} - c_{rx_{pn}}) \end{bmatrix} \quad (12)$$

$$B = \begin{bmatrix} 1 & (x_{11} + c_{lx_{11}}) & \dots & (x_{p1} + c_{lx_{p1}}) \\ 1 & (x_{12} + c_{lx_{12}}) & \vdots & (x_{p2} + c_{lx_{p2}}) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & (x_{1n} + c_{lx_{1n}}) & \dots & (x_{pn} + c_{lx_{pn}}) \end{bmatrix}$$

7. الطريقة الذكية المقترحة (Modified FLS & Sugeno):

بفرض أن قاعدة البيانات المدروسة عبارة عن قيم (دخل-خرج) لـ n عينة. وبفرض أن هذه القيم تحتوي على ارتيابية بالمتغير التابع y ونريد معالجة هذه الارتياحية بأقل خطأ ممكن وذلك باقتراح الخوارزمية الذكية المعدلة Modified FLS & Sugeno التي تعمل على دمج طريقة المربعات الصغرى الضبابية FLS مع نظام الاستدلال الضبابي Sugeno، وفقاً للخطوات التالية:

1- نقوم بتقسيم فضاء الدخل لكل عينة إلى فضاءين جزئيين أو أكثر حسب توزع النقاط في المنطقة المدروسة باستخدام نظام الاستدلال Sugeno.

2- نمثل كل فضاء جزئي بدالة انتماء معينة يتم اختيارها بالاعتماد على التجربة والخطأ ونحدد القواعد المتعلقة بالمسألة المدروسة.

3- إيجاد قيم معالم مستقيم الانحدار باستخدام طريقة المربعات الصغرى التقليدية أي وفقاً للعلاقة:

$$\alpha^* = (XX)^{-1}XY \quad (13)$$

4- نعمل على تضبيب المتغير Y_i بدالة انتماء مثلثية غير متماثلة أو متماثلة حسب طبيعة المسألة المدروسة وذلك بتحديد قيم المركز y_i وقيم الانتشار من اليمين C_{ry_i} ومن اليسار C_{ly_i} .

5- في هذه الخطوة، نعمل على تعديل دالة الانتماء المثلثية في طريقة FLS وذلك بالشكل التالي:

نأخذ القيم المقدره الناتجة في الخطوة 3 ونشكل سلسلة قيم جديدة الحد الأدنى منها هو $\min(y, \hat{y})$ والحد الأعلى هو $\max(y, \hat{y})$ وبالتالي قيمة المركز y^* تحسب عن طريق المتوسط الحسابي أي $y^* = \frac{\max(y, \hat{y}) + \min(y, \hat{y})}{2}$ للحددين الأعلى والأدنى، والانتشار من اليمين هو عبارة عن الفرق بين قيمة المركز والقيمة الدنيا أي أن $\tilde{c} = y^* - \min(y, \hat{y})$ ، أما الانتشار من اليسار فهو الفرق بين القيمة العظمى وقيمة المركز أي $\tilde{d} = \max(y, \hat{y}) - y^*$ ، فتصبح المصفوفات التي تم تشكيلها في طريقة FLS في العلاقة (12) بالشكل التالي:

$$\tilde{C} = \begin{bmatrix} y_1^* - \min(y_1, \hat{y}_1) \\ y_2^* - \min(y_2, \hat{y}_2) \\ \vdots \\ y_n^* - \min(y_n, \hat{y}_n) \end{bmatrix}, \tilde{D} = \begin{bmatrix} \max(y_1, \hat{y}_1) - y_1^* \\ \max(y_2, \hat{y}_2) - y_2^* \\ \vdots \\ \max(y_n, \hat{y}_n) - y_n^* \end{bmatrix} \quad (14)$$

6- نطبق طريقة FLS السابقة على القيم التي حصلنا عليها في الخطوة السابقة وذلك بتطبيق العلاقة:

$$\hat{\beta} = (XX + AA + BB)^{-1}(XY + A\tilde{C} + B\tilde{D}) \quad (15)$$

فحصل على مقدرات المعالم والتي نعتبرها الخرج الناتج لكل قاعدة في نظام الاستدلال Sugeno.

7- نعمل على إزالة الضبابية بطريقة Sugeno.

8- نوجد MSE و MAPE لكل من طريقة المربعات الصغرى التقليدية وطريقة FLS المعدلة الضبابية والطريقة المقترحة، حيث MSE هي متوسط مربعات الخطأ و MAPE تعبر عن متوسط الخطأ النسبي المطلق، ويتم حسابهم من العلاقات التالية:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2, \quad MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{\hat{y}_i - y_i}{y_i} \right| \quad (16)$$

حيث إن:

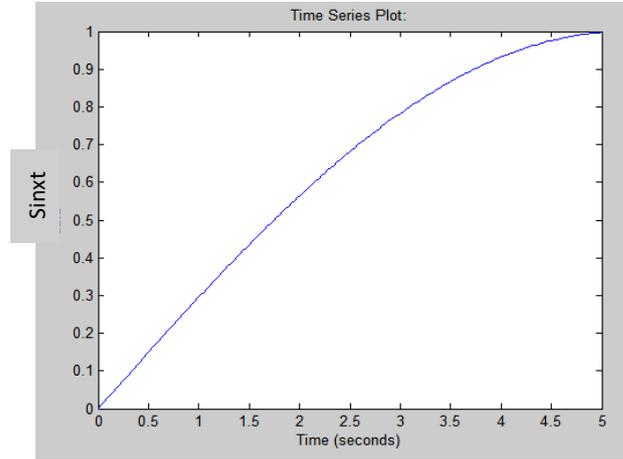
n هو العدد الكلي من المشاهدات لإشارة الجيب المختارة.

y_i هي القيمة المشاهدة و \hat{y}_i هي القيمة المتنبأ بها

وقد تم تطبيق الطريقة المقترحة أيضاً بدون تعديل تابع الانتماء (أي بالاستغناء عن الخطوتين 5 و6) فقد اعتمد على تضبيب المتغير التابع وفقاً للعلاقات (12) في الفقرة السابقة.

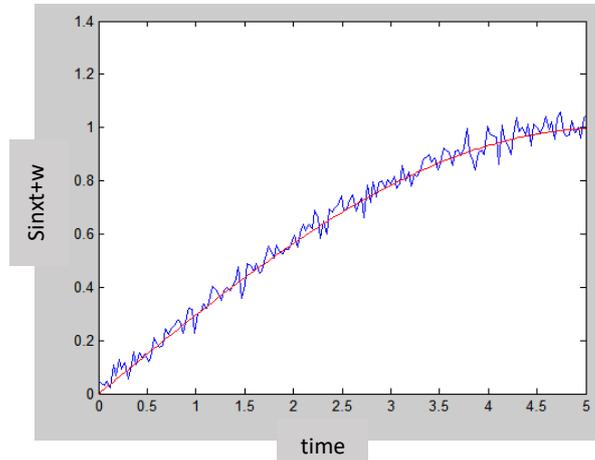
8. التطبيق العملي:

أجريت الدراسة على بيانات مولدة باستخدام برنامج MATLAB® تمثل الإشارة الجيبية وفق عامل الزمن الذي يزداد بمقدار 0.03 وحدة زمنية كما في الشكل:



الشكل (2): يوضح إشارة $\sin xt$

وقد اعتبرنا هذه الإشارة تمثل المتغير التابع واعتبرنا ان قيم هذا الإشارة صحيحة 100% أي خالية من الارتياحية، بعد ذلك باستخدام برنامج MATLAB® تم إضافة إشارة عشوائية على إشارة \sin باستخدام تابع رياضي $w = rand(.)$ حيث w هي قيمة الضجيج العشوائي كما في الشكل (3) التالي:



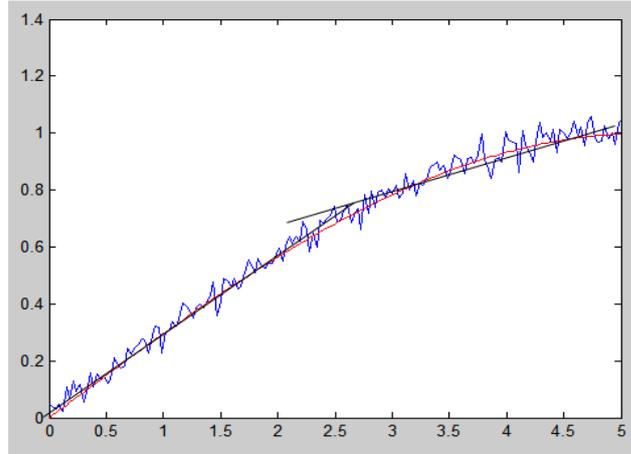
الشكل (3): يوضح إضافة الضجيج w على إشارة $\sin xt$

والهدف من هذا التطبيق هو معالجة القيم الارتياحية التي تم اضافتها باستخدام الطريقة المقترحة في الجانب النظري لنحصل على قيم قريبة من الأصلية بأقل خطأ ممكن.

المعالجة باستخدام الطريقة المقترحة:

تمت المعالجة بالخطوات التالية وبما ينسجم مع خطوات الطريقة المقترحة:

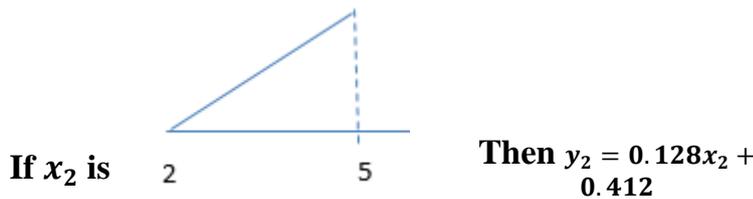
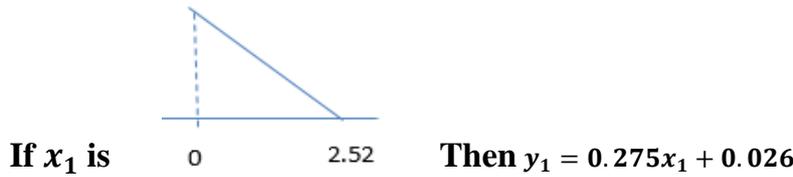
1- نقسم فضاء العينة إلى فضاءين جزئيين، كما في الشكل:



الشكل (4): يوضح كيفية تقسيم فضاء العينة إلى منطقتين جزئيتين

2- نحدد المجموعة الضبابية لكل فضاء جزئي، فاعتبرنا المنطقة الجزئية الأولى متمثلة بـ $X_1 \in [0, 2.52]$ والمنطقة الجزئية الثانية $X_2 \in [2, 5]$ ، حيث بلغت عدد مشاهدات المنطقة الأولى $n_1 = 85$ و عدد مشاهدات المنطقة الثانية $n_2 = 83$.

3- بناءً على التقسيم في الخطوة الثانية تم وضع القواعد التالية باستخدام نظام الاستدلال Sugeno:



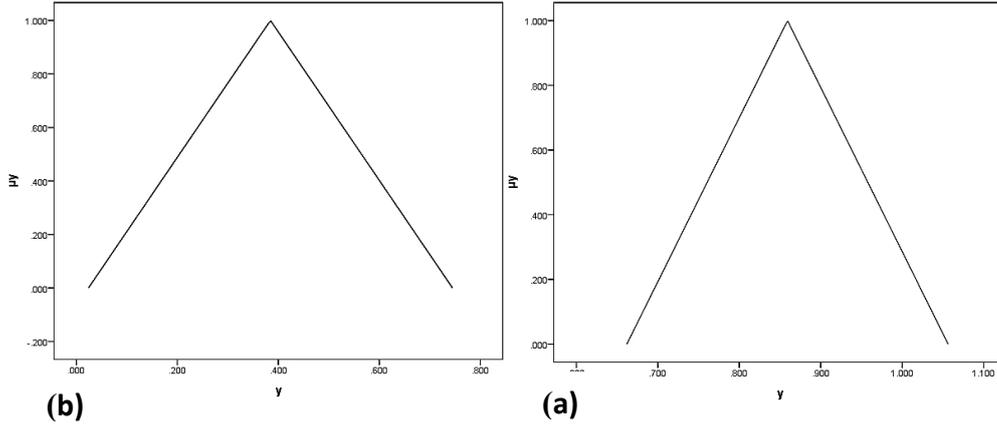
علماً أنه تم تقدير معالم مستقيم الخرج لكل قاعدة باستخدام طريقة المربعات الصغرى التقليدية عن طريق برنامج SPSS.

4- الآن نعمل على تضبيب قيم المتغير التابع وفقاً لتابع الانتماء في طريقة FLS وتابع الانتماء المعدل في الطريقة المقترحة (تم الاعتماد على القيم الناتجة في الخطوة السابقة أي مقدرات المربعات الصغرى التقليدية)، يبين الجدول (1) بعض القيم الناتجة من تضبيب المتغير التابع (إشارة الجيب) وفقاً لتابع الانتماء في طريقة FLS وتابع الانتماء المعدل في الطريقة المقترحة.

الجدول (1): يبين تضييب بعض قيم المتغير التابع وفقاً للطريقة المقترحة

المتغير المستقل (الزمن)	المتغير التابع	القيم المقدرة وفق LS	قيم المركز والانتشار اليميني واليساري وفقاً لتابع الانتماء في FLS			قيم المركز والانتشار اليميني واليساري وفقاً لتابع الانتماء المعدل في FLS		
			y_i	C_i	D_i	y_i^*	\tilde{C}_i	\tilde{D}_i
2.55	0.69819	0.7384	0.69819	0.68819	0.70819	0.71829	0.02010	0.02010
2.58	0.72847	0.7422	0.72847	0.71847	0.73847	0.73535	0.00688	0.00688
2.61	0.74633	0.7460	0.74633	0.73633	0.75633	0.74620	0.00012	0.00012
2.64	0.68648	0.7499	0.68648	0.67648	0.69648	0.71820	0.03171	0.03171
2.67	0.71065	0.7537	0.71065	0.70065	0.72065	0.73221	0.02155	0.02155
2.7	0.73554	0.7576	0.73554	0.72554	0.74554	0.74657	0.01102	0.01102
2.73	0.66194	0.7614	0.66194	0.65194	0.67194	0.71169	0.04974	0.04974
2.76	0.78322	0.7652	0.78322	0.77322	0.79322	0.77425	0.00897	0.00897
2.79	0.72018	0.7691	0.72018	0.71018	0.73018	0.74465	0.02446	0.02446
2.82	0.79511	0.7729	0.79511	0.78511	0.80511	0.78403	0.01107	0.01107
2.85	0.73970	0.7768	0.73970	0.72970	0.74970	0.75825	0.01855	0.01855
2.88	0.79052	0.7806	0.79052	0.78052	0.80052	0.78558	0.00494	0.00494

بالفعل نتج لدينا عدان ضبابيان مثلثيان لكل من المنطقة الجزئية الأولى والثانية وفقاً لعملية التضييب التي تم اقتراحها في الطريقة الذكية المقترحة لضبابية بيانات المتغير التابع Y . يوضح الشكل (5) تابع الانتماء المعدل الذي تم اقتراحه لعدد ضبابي مثلثي لكل من المنطقة الجزئية الأولى والمنطقة الجزئية الثانية.



الشكل (5): يوضح الشكل (a) تابع الانتماء المعدل للعدد المثلثي الناتج عن المنطقة الجزئية الأولى بالنسبة للمتغير التابع Y_1^* ، يوضح الشكل (b) تابع الانتماء المعدل للعدد المثلثي الناتج عن المنطقة الجزئية الثانية بالنسبة للمتغير التابع Y_2^* .

5- الآن نريد حساب قيم مخرجات Sugeno (أي تقدير معالم مستقيم الانحدار y) باستخدام طريقة FLS الضبابية، تم تشكيل المصفوفات $A, B, C, D, X, Y, \tilde{C}, \tilde{D}$ في الخطوة السابقة ثم إيجاد مقدرات المعالم بتطبيق العلاقة (11) والعلاقة (15)، نظراً لصعوبة تطبيق العلاقات يدوياً تم تنفيذ التحليل باستخدام المكتبة fuzzyreg في البرنامج الإحصائي R، فنتج لدينا قيم المعالم المطلوبة موضحة في الجدول (2) والجدول (3) للمنطقتين الجزئيتين الأولى والثانية.

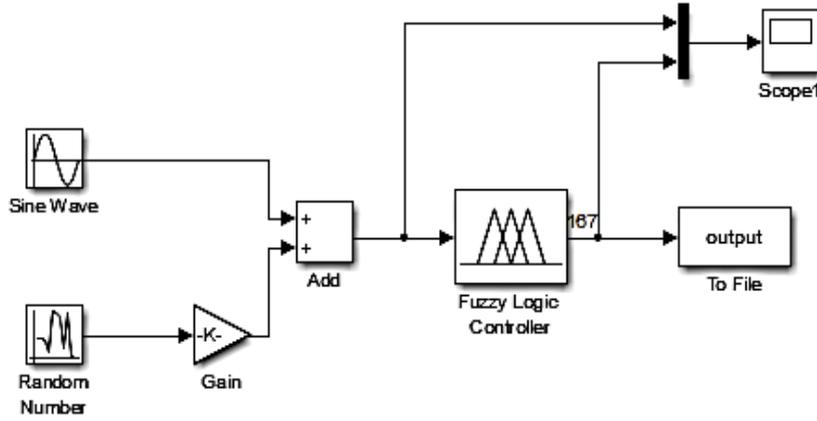
الجدول (2): مقدرات المعالم الضبابية باستخدام كل من طريقة FLS والطريقة المقترحة للمنطقة الجزئية الأولى.

قيم المعالم المقدرة	باستخدام طريقة FLS يدون تعديل تابع انتماء المتغير التابع	باستخدام طريقة FLS مع تعديل تابع انتماء المتغير التابع
α_0	0.0194	0.0179
α_1	0.275	0.275

الجدول (3): مقدرات المعالم الضبابية باستخدام كلاً من طريقة FLS والطريقة المقترحة للمنطقة الجزئية الثانية.

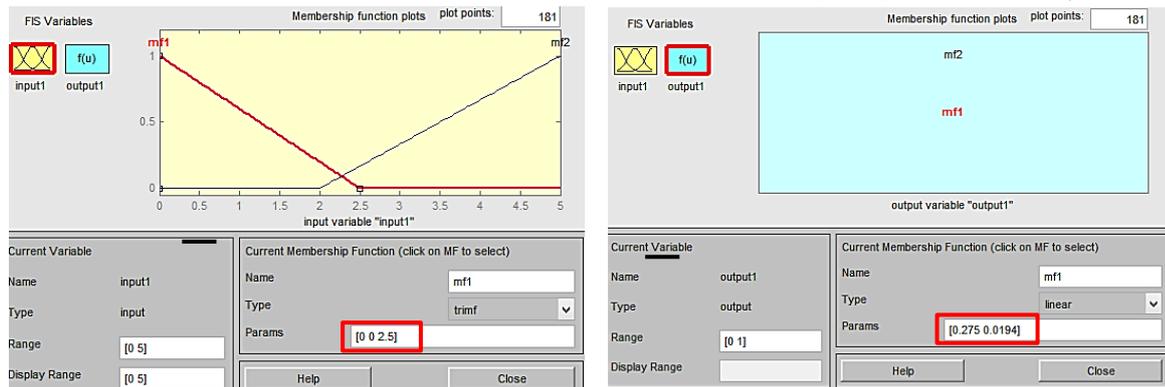
قيم المعالم المقدرة	باستخدام طريقة FLS تعدّل تابع انتماء المتغير التابع	باستخدام طريقة FLS مع تعديل تابع انتماء المتغير التابع
α_0	0.412	0.412
α_1	0.127	0.126

6- باستخدام الخطوة قبل الأخيرة من الطريقة المقترحة وذلك بإلغاء الضبابية عن القيم الناتجة باستخدام العلاقة (6) حصلنا على القيم المقدره (التي تم تصحيحها) لكلا الطريقتين، وتم ذلك باستخدام برنامج MATLAB® وذلك بعد بناء نظام يضم بيانات الإشارة الجيبية ومعالجة ارتيابيتها باستخدام Sugeno، يبين الشكل (6) نظام Sugeno الذي تم معالجة البيانات الارتيابية من خلاله:



الشكل (6): تشكيل نظام يعالج القيم الارتيابية لإشارة الجيب وفق Sugeno

مع العلم أنه تم ادخال المعالم المحسوبة في الجداول السابقة (5) و (6) إلى نظام Sugeno، يوضح الشكل التالي المعالم المدخلة عبر نظام Fuzzy Logic Controller:



الشكل (7): مدخلات ومخرجات نظام الاستدلال الضبابي Sugeno

وبتشغيل النظام في الشكل (6) تم الحصول على النتائج المطلوبة. يبين الجدول (4) القيم الناتجة عن التصحيح، مع العلم أننا اخترنا بعض القيم للمقارنة مع القيم الأصلية.

الجدول (4): مقارنة القيم الأصلية والارتياجية مع القيم المصححة باستخدام الطريقة التقليدية والطريقة المقترحة

قيم الزمن	القيم الارتياجية	القيم الأصلية	القيم الناتجة باستخدام طريقة المربعات الصغرى	القيم الناتجة باستخدام الطريقة المقترحة بدون تعديل تابع الانتماء	القيم الناتجة باستخدام الطريقة المقترحة مع تعديل تابع الانتماء
0.03	0.038822	0.009	0.03423	0.02765	0.027
0.51	0.119734	0.152404	0.16604	0.15965	0.1591
1.2	0.389079	0.352274	0.35552	0.34940	0.3489
2.31	0.649954	0.638848	0.66032	0.65465	0.6441
2.37	0.695106	0.652592	0.67680	0.67115	0.66065
3.3	0.837719	0.836026	0.83440	0.83110	0.8278
4.2	0.933566	0.95209	0.94960	0.94540	0.9512
4.35	1.00164	0.964884	0.96880	0.96445	0.9601
4.95	0.96183	0.99322	1.04560	1.04065	1.0035
5	1.04009	0.997495	1.05200	1.04700	1.0042

نلاحظ من الجدول السابق أن القيم الناتجة بالطريقة المقترحة أقرب للقيم الأصلية من القيم الناتجة باستخدام الطريقة المقترحة بدون تعديل تابع الانتماء، ونلاحظ مدى قرب القيم الناتجة عن التصحيح من القيم الأصلية، وبالطبع كلا الطريقتين المقترحتين أفضل من الطريقة التقليدية.

7- وأخيراً للتأكد من كفاءة التصحيح بالطريقة المقترحة للبيانات المدروسة، تم استخدام مقاييس دقة التنبؤ الشهيرة وهي: متوسط مربعات الخطأ MSE ومتوسط الخطأ النسبي المطلق MAPE. يظهر الجدول (5) والجدول (6) قيم هذه المقاييس لكل من طريقة المربعات الصغرى والطريقة المقترحة:

الجدول (5): مقارنة دقة التصحيح باستخدام المقياسين MSE و MAPE لكل من طريقة المربعات الصغرى والطريقة المقترحة

بدون ومع تعديل تابع الانتماء

منطقة الدخل	نوع الطريقة المستخدمة	MSE	MAPE
المنطقة الجزئية الأولى	طريقة المربعات الصغرى	0.076612	0.634447%
	الطريقة المقترحة بدون تعديل تابع الانتماء	0.000098	0.081505%
	الطريقة المقترحة مع تعديل تابع الانتماء	0.000083	0.074517%

الجدول (6): مقارنة دقة التصحيح باستخدام المقياسين MSE و MAPE لكل من طريقة المربعات الصغرى والطريقة المقترحة بدون ومع تعديل تابع الانتماء

منطقة الدخل	نوع الطريقة المستخدمة	MSE	MAPE
المنطقة الجزئية الثانية	طريقة المربعات الصغرى	0.000464	0.018719%
	الطريقة المقترحة بدون تعديل تابع الانتماء	0.000396	0.018153%
	الطريقة المقترحة مع تعديل تابع الانتماء	0.000357	0.014860%

نلاحظ من قيم مقياس MAPE أن نسبة الخطأ في التصحيح ضئيلة جداً باستخدام الطريقة المقترحة مقارنة مع طريقة المربعات الصغرى التقليدية، وهذا يدل على وثوقه عالية جداً ففي الطريقة المقترحة بدون تعديل تابع الانتماء بلغت نسبة التصحيح 99.9185% بالنسبة للمنطقة الجزئية الأولى ونسبة 99.98185% بالنسبة للمنطقة الجزئية الثانية. وأما بالنسبة للطريقة المقترحة مع تعديل تابع الانتماء، كانت نسبة التصحيح 99.92548% بالنسبة للمنطقة الجزئية الأولى ونسبة 99.98514% بالنسبة للمنطقة الجزئية الثانية. ومن خلال مقياس MSE فنلاحظ أن قيم الأخطاء في الطريقة المقترحة أقل بكثير من قيمه في الطريقة التقليدية، أي أن هذه الطريقة مع تعديل تابع الانتماء أبدت فعالية كبيرة في التصحيح بنسبة عالية جداً.

9. الاستنتاجات والتوصيات:

- 1- فعالية المنطق الضبابي في معالجة حالات عدم التأكد ودوره الكبير في إعطاء نتائج أكثر واقعية من الطرائق الإحصائية التقليدية.
- 2- بناء نظام الاستدلال الضبابي من النوع Sugeno باستخدام طريقة FLS الضبابية لمعالجة حالات عدم التأكد.
- 3- إن اقتراح تابع الانتماء في الطريقة المقترحة ساعدنا بتقليل قيم الانتشار وبالتالي أعطتنا نتائج تقدير (معالم مستقيم الانحدار) معقولة ساعدتنا في عملية التصحيح.
- 4- تم اقتراح طريقة لمعالجة القيم الارتبابية وتبين ما يلي:
 - a. أبدت الطريقة المقترحة بدون تعديل تابع الانتماء فعالية عالية في عملية تصحيح القيم الارتبابية، فقد كانت دقة التصحيح في المنطقة الجزئية الثانية 99.98185% أعلى من دقة التصحيح في المنطقة الجزئية الأولى 99.9185%
 - b. أبدت الطريقة المقترحة مع تعديل تابع الانتماء فعالية عالية جداً في عملية تصحيح القيم الارتبابية، فقد كانت دقة التصحيح في المنطقة الجزئية الثانية 99.98514% أعلى من دقة التصحيح في المنطقة الجزئية الأولى 99.92548%
 - c. عند المقارنة بين الطريقة المقترحة مع وبدون تعديل تابع الانتماء، فقد تبين فعالية تابع الانتماء المقترح في تقليل نسبة الأخطاء لكلا المنطقتين الجزئيتين.
 - d. بعد مقارنة الطريقة المقترحة مع الطريقة التقليدية تبين تفوقها على الطريقة التقليدية بنسبة عالية.

5- نوصي جميع الباحثين في كافة الاختصاصات ولاسيما الطبية والبيئية والاقتصادية بالعمل وفق الطريقة المقترحة لتصحيح القيم الارتياحية وذلك لتجنب الوقوع في أخطاء أثناء التحليل وتحسين دقة النتائج والتنبؤ.

10. الدراسات السابقة:

يوجد العديد من الدراسات السابقة حول كل من نظام الاستدلال الضبابي Sugeno والانحدار الضبابي كل على حدة، وقد تم الدمج بين الطريقتين عن طريق الباحثة للحصول على الطريقة الذكية المقترحة التي تم عرضها في هذا البحث. سنستعرض بعض الدراسات السابقة ومنها:

1- دراسة نشرت في مجلة ELSEVER من قبل الباحثين Xiaohui و Zhenkai Xu و Xueming Ding و Liu و Ngaam J.Cheung عام 2014 بعنوان:

Parameter estimation of Takagi–Sugeno fuzzy system using heterogeneous cuckoo search algorithm

تم في هذه الدراسة اقتراح طريقة جديدة تدعى نمذجة Takagi–Sugeno الذكية لتحديد بنية ومعالم النظام باستخدام خوارزمية البحث cuckoo غير المتجانسة للتغلب على عيوب الخوارزمية التقليدية.

2- بحث نشر في مجلة IEEE للباحثين Mohit Kumar و Norbert Stoll و Stoll Regina عام 2009 بعنوان:

On the Estimation of Parameters of Takagi–Sugeno Fuzzy Filters

تم استخدام في هذه البحث خوارزميات الترشيح للتغلب على مشكلة تقدير معالم نموذج Sugeno.

3- نشر الباحث Christoph Stahl عام 2006 بحث في مجلة ELSEVER بعنوان:

A strong consistent least–squares estimator in a linear fuzzy regression model with fuzzy parameters and fuzzy dependent variables

حيث اقترح في هذا البحث طريقة جديدة تعد قوية نسبياً لتقدير معالم نموذج الانحدار الخطي وتدعى بطريقة المربعات الصغرى الموسعة، وهي مقدر قوي لمعالم النموذج.

References

1. Asli Celikyilmaz and I. Burhan Türksen, (2009) Modeling Uncertainty with Fuzzy Logic with Recent Theory and Applications, Springer.
2. Michael Negnevitsky, (2005) Artificial Intelligence, A Guide to Intelligent Systems, Second Edition, Addison Wesley.
3. Bing-Yuan Cao, (2010), Optimal Models and Methods with Fuzzy Quantities, Springer.
4. Huaguang Zhang and Derong Liu, (2006) Fuzzy Modeling and Fuzzy Control, Birkhauser Boston.
5. Takagi T., (1985) Sugeno M., Fuzzy Identification Of Systems And Its Applications To Modeling And Control, IEEE.
6. Yang Wang and Yanyan Chen, (2014), A Comparison Of Mamdani And Sugeno Fuzzy Inference Systems For Traffic Flow Prediction, Doi, Journal Of Computers.
7. Diamond, P. (1988) Fuzzy least squares. Information Sciences 46(3): 141–157.
8. Kamile Sanli and Aysen Apaydin, (2004), The fuzzy robust regression analysis, the case of fuzzy data set has outlier, G.U. Journal of science, 17 (3):71–84.
9. HIDEO TANAKA, SATORU UEJIMA AND KIYOJI ASAI, (1982) Linear Regression Analysis with Fuzzy Model, IEEE.

التوصيف الضوئي للمستحلب الدهني Intralipid 20% عند الطول الموجي 405 نانومتر

علي شاهين* ، مصطفى صائم الدهر** ، وسام بشير***

(الإيداع: 30 أيلول 2019، القبول: 25 حزيران 2019)

ملخص:

يهدف هذا العمل إلى تحديد المعاملات الضوئية للمستحلب الدهني Intralipid 20% عند الطول الموجي 405 نانومتر. ولهذا الغرض فقد تم استخدام طريقتين الأولى نموذج كوبيلكا-منك المعدل والثانية هي نظرية ماي. وبالاعتماد على منظومة الكرة التكاملية تم تحديد أطيف النفاذية والانعكاسية الانتشارية ومطيفية نفاذ الحزمة المتوازية لتسجيل طيف النفاذية المتوازية. لدى مقارنة نتائج النموذجين السابقين لاحظنا تقارباً كبيراً في قيم معامل التبعثر هذا من ناحية يؤكد إمكانية استخدام نموذج كوبيلكا-منك المعدل مع منظومة الكرة التكاملية ومن ناحية أخرى يبين إمكانية استخدام معادلة كوشي لتحديد الجزء الحقيقي لقرينة انكسار المستحلبات الدهنية. إضافة لذلك تم تحديد معامل الامتصاص، عامل اللاتماثل و قرينة الانكسار العقدية التي حسبت بالاعتماد على قيمة معامل الامتصاص.

الكلمات المفتاحية: الكرة التكاملية-معامل التبعثر-عامل اللاتماثل-معامل الامتصاص-قرينة الانكسار.

*طالب دكتوراه - المعهد العالي لبحوث الليزر و تطبيقاته-جامعة دمشق

** عميد المعهد العالي لبحوث الليزر وتطبيقاته- المعهد العالي لبحوث الليزر و تطبيقاته-جامعة دمشق

*** رئيس قسم فيزياء وتقانة الليزر - المعهد العالي لبحوث الليزر وتطبيقاته-جامعة دمشق

Optical Characterization of Intralipid 20% at Wavelength 405nm

Ali Shahin^{*1}, Moustafa Sayem El-Daher², Wesam Bachir³

(Received: 30 September 2018, Accepted: 25 June 2019)

Abstract:

The aim of this study is the determination of Intralipid 20% optical parameters at wavelength 405nm. Therefore, two methods were used, the first one was a modified Kubelka–Munk model and the second one was Mie theory. For this purpose, a single integrating sphere system was set up to determine the diffuse reflection and transmission spectrum and collimated transmission spectroscopy to determine the collimated transmission spectrum. Comparison of scattering coefficients which are calculated by these two methods were matched, and proved the applicability of a modified Kubelka–Munk model with a single integrating sphere system and Cauchy equation for estimation the real part of fat emulsion's refractive index. Besides to calculate absorption coefficient, anisotropy factor and imaginary refractive index depend on the coefficient absorption.

Keywords: single integrating sphere–scattering coefficient–anisotropy factor–absorption coefficient– refractive index

¹ PhD candidate, Higher Institute for Laser Research and Applications–Damascus university–0988165338.

² The Dean of Higher Institute for Laser Research and Applications– Higher Institute for Laser Research and Applications–Damascus University

³ Head of Laser Physics and Technology– Higher Institute for Laser Research and Applications–Damascus University

1_ مقدمة:

إن التعاطم الكبير لأهمية الطرائق الطيفية ودخولها في شتى المجالات العلمية والبحثية وخاصة الطبية منها كان له دور كبير في ظهور النماذج الضوئية الفيزيائية. النماذج الضوئية الفيزيائية هي عبارة عن أداة مخبرية تستخدم لمحاكاة النسيج الحي ضوئياً، فهي تعتبر وسيلة هامة لعمليات تطوير واختبار المنظومات الضوئية عامة وأنظمة التشخيص الطبي خاصة (Pouge و Patterson ، 2006). نظراً لكون النسيج الحي وسطاً مضطرباً أي يحصل فيه فعلي الامتصاص والتبعثر فلذلك كان لابد لهذه النماذج الضوئية من أن تحاكي كميّاً ونوعياً الخصائص الضوئية للنسيج المعبر و لتحقيق هذا كان لابد من مزج مواد ماصة وأخرى مبعثرة بحيث تتطابق المعاملات الضوئية لهذا الوسط مع النسيج المعبر (Hwang و زملاؤه، 2012). من جانب آخر فقد تنوعت المواد المستخدمة في بناء النماذج الضوئية الفيزيائية والتي تستخدم لمحاكاة الامتصاص ونذكر منها على سبيل المثال الحبر الهندي والدم و الأصبغة الغذائية (Haj-Hossenii و زملاؤه، 2010؛ Spinelli و زملاؤه، 2007؛ Ninni و زملاؤه، 2010). أما لمحاكاة التبعثر فأكثر المواد استخداماً هي المستحلبات الدهنية التي تتنوع في أسمائها والتي تتكون بشكل أساسي من زيت الصويا، الشحوم الفوسفورية، الغليسيرول والماء، لقد كثر استخدام هذه المواد عالمياً نظراً لخصائصها الكثيرة فهي رخيصة، آمنة ومتجانسة (Flock و زملاؤه، 1992؛ Michels و زملاؤه، 2008؛ Ninni و زملاؤه، 2011). لكن نظراً لكثرة إنتاجها وتنوع طرائق تصنيعها وطرائق توصيفها ودراستها فقد تنوعت معها خصائصها الضوئية لدرجة أنها لم تعد تعتبر بمثابة معيار. فمعظم الدراسات السابقة لم تتفق على معاملات ضوئية محددة بدقة لكل نوع منها و يعزى السبب في ذلك لطرائق التصنيع والتوصيف المتبعة (Michels و زملاؤه، 2008؛ Spinelli و زملاؤه، 2007؛ Spinelli و زملاؤه، 2014).

من ناحية أخرى فإن هنالك العديد من طرائق التوصيف الضوئية ولكن تعتبر الطرائق غير المباشرة والقائمة على تسجيل طيفي الانعكاسية الانتشارية R_H والنفاذية الانتشارية T_H باستخدام الكرة التكاملية بالإضافة إلى طيف النفاذية المتوازية T_C باستخدام مطيافية نفاذ الحزمة المتوازية من ثم تحليل هذه الأطياف بالاعتماد على إحدى النماذج الرياضية من أفضل الطرق ودقتها تتبع للنماذج الرياضية التحليلية والعديدية المستخدمة (Wilson و زملاؤه، 1987؛ Holmer و زملاؤه، 2007؛ Soleimanzad و زملاؤه، 2017). من هذه النماذج الرياضية التحليلية نذكر نموذج كوبيلكا-منك Kubelka-Munk حيث يعتبر من أبسط النماذج الرياضية التحليلية وأكثرها دقة (Yang و Kruse، 2004؛ Thennadil، 2008). في هذا البحث سوف نقوم بتصنيف الخصائص الضوئية للمستحلب الدهني (Sigma Intralipid 20% Aldrich, Germany) عند الطول الموجي 405nm متمثلة بمعامل الامتصاص والتبعثر وعامل اللاتماثل. لهذا الغرض قمنا ببناء منظومة الكرة التكاملية ومطيافية نفاذ الحزمة المتوازية لتسجيل الأطياف المطلوبة متمثلة بطيف النفاذية والانعكاسية الانتشاريين وطيف النفاذية المتوازية، حيث سيتم تحليل هذه الأطياف بالاعتماد على نموذج كوبيلكا-منك المعدل بغية التوصل للمعاملات الضوئية. بعدها سنتم مقارنة النتائج التي تم التوصل إليها مع نتائج نظرية ماي.

2_ هدف البحث

يهدف هذا العمل إلى التالي :

1. بناء منظومة الكرة التكاملية للقيام بتسجيل أطياف الانعكاسية الانتشارية R_H والنفاذية الانتشارية T_H بالإضافة إلى مطيافية نفاذ الحزمة المتوازية لتسجيل طيف النفاذية المتوازية T_C .
2. تحضير عينات Intralipid 20% متفاوتة التركيز وذلك عبر تمديد العينة النقية من المستحلب بالماء المقطر وذلك لتسجيل أطياف الانعكاسية والنفاذية الانتشارية بالإضافة لطيف النفاذية المتوازية لهذه العينات.

3. استخدام نموذج كوبيلكا-منك Kubelka-Munk المعدل الذي يعتمد على الأطياف المسجلة للعينات المدروسة لتحديد معاملي الامتصاص والتبعثر.
4. استخدام نظرية ماي Mie theory لتحديد معامل التبعثر وعامل اللاتماثل للمستحلب المدروس.
5. مقارنة قيم معامل التبعثر المحسوبة بكلتا الطريقتين وذلك لتبيان فعالية نموذج Kubelka-Munk المعدل.
6. حساب معامل الامتصاص وقرينة الانكسار العقدية لهذه المادة عند الطول الموجي 405nm.

3_ طرائق وأدوات البحث

1_3 نموذج Kubelka-Munk

يعتبر نموذج كوبيلكا-منك من أبسط النماذج الرياضية التحليلية التي تستخدم لعملية التقدير الكمي للمعاملات الضوئية باستخدام منظومة الكرة التكاملية. حيث يعتمد هذا النموذج على طيفي الانعكاسية الانتشارية والنفاذية الكلية فقط لتحديد معامل التبعثر المختزل μ'_s ومعامل الامتصاص μ_a . لكن هذا النموذج وعلى الرغم من سهولته إلا أنه يمتلك نقطة ضعف متمثلة بأنه لا يأخذ بعين الاعتبار الفرق الحاصل بين قرينتي انكسار الوسط المدروس والوسط المحيط به (Vargas و Niklasson، 1997؛ Yang و Kruse، 2004). مؤخراً قام Karinov وزملاؤه (2013) بتعديل هذا النموذج بحيث أصبح هذا النموذج يعتمد على طيف الانعكاسية الانتشارية R_d والنفاذية الانتشارية T_d وطيف النفاذية المتوازنة T_c ، بالإضافة إلى إدخال حد جديد لتلافي الضعف لدى النموذج التقليدي. يعرف هذا الحد بمعامل نفاذ فرينل Frensel Power Transmission T_f ويعطى بالعلاقة التالية:

$$(1) T_f = \frac{4.n}{(n+1)^2}$$

حيث أن n تمثل قرينة انكسار الوسط المدروس. وأما بالنسبة لمعاملي الامتصاص والتبعثر فإن المعادلات المعبرة عنهما (Karinov وزملاؤه، 2013):

$$(2) \mu_a = \frac{1}{d} \text{Log}(T_f^2/T_d) - \frac{2.R_d.T_f^2.\text{log}(T_f^2/T_d)}{d.(T_f^4 - T_d^2)}$$

$$(3) \mu_s = \frac{1}{d} \text{Log}(T_d/T_c) + \frac{2.R_d.T_f^2.\text{log}(T_f^2/T_d)}{d.(T_f^4 - T_d^2)}$$

2_3 نظرية ماي Mie Theory

تعتبر نظرية ماي Mie Theory بمثابة الحل التحليلي لمعادلات ماكسويل التي تصف تبعثر الأمواج الكهرومغناطيسية الحاصل بسبب جسيمات كروية الشكل بشكل إفرادي. تستخدم هذه النظرية لحساب معاملي التبعثر واللاتماثل من أجل جسيمات كروية مثالية (van de Hulst، 1981). تعتمد هذه النظرية على أبعاد ونسبة الجسيمات المدروسة بالإضافة إلى طول موجة الضوء الساقط على الجسيمات وقرينة انكسار كل من الوسط المحل والجسيمات المطلوب توصيفها ضوئياً. لتحديد قرينة انكسار كل من المحل (الماء المقطر) والمستحلب المدروس فإنه عادة ما يتم استخدام علاقة كوشي Cauchy Equation التي تعطى بالتالي (Michels و زملاؤه، 2008):

$$(4) n(\lambda) = I + J/\lambda^2 + K/\lambda^4$$

حيث أن المعامل الخاص بالمستحلب الدهني $I_{soybean} = 1.451$ وللماء المقطر كمثل $I_{water} = 1.311$ ، أما بقية المعاملات $K = -1.132 \times 10^9$ و $J = 1.154 \times 10^4$ بشرط أن يقدر الطول الموجي للضوء المستخدم بالنانومتر.

تقوم نظرية ماي Mie بحساب كفاءة التبعثر $Q(r_i, \lambda)$ كتابع للطول الموجي ولأبعاد الجسيمات المعتبرة والتي تستخدم بدورها لحساب المقطع العرضي للتبعثر $\sigma_{scatt}(r_i, \lambda)$ وفقاً للعلاقة التالية (van Staveren و زملاؤه، 1991؛ Matzler، 2002):

$$(5) \sigma_{scatt}(r_i, \lambda) = \pi \cdot r_i^2 \cdot Q(r_i, \lambda)$$

بعد ذلك وبالاعتماد على قيم المقطع العرضي للتبعثر ومعامل اللاتماثل لكل جسيمة $g(r_i, \lambda)$ يتم حساب عامل لاتماثل الوسط $g(\lambda)$ ومعامل تبعثر الوسط $\mu_s(\lambda)$ وفقاً للتالي:

$$g(\lambda) = \frac{\sum_{i=1}^n g(r_i, \lambda) \cdot \sigma_{scatt}(r_i, \lambda) \cdot f(r_i, \lambda)}{\sum_{i=1}^n \sigma_{scatt}(r_i, \lambda) \cdot f(r_i, \lambda)} \quad (6)$$

$$\mu_s(\lambda) = N_0 \cdot \sum_{i=1}^n \sigma_{scatt}(r_i, \lambda) \cdot f(r_i, \lambda) \quad (7)$$

حيث أن $f(r_i, \lambda)$ يمثل النسبة المئوية للجسيمة ذات نصف القطر r_i ضمن المستحلب المدروس أما المقدار N_0 يعبر عن كثافة المواد ضمن الوسط المدروس ويعطى بالعلاقة التالية:

$$(8) N_0 = \frac{\vartheta}{\sum_{i=1}^n \frac{4}{3} \cdot \pi r_i^3 \cdot f(r_i)}$$

أما ϑ يمثل حجم كل من الليستين Lecithin (إن وجد) وزيت الصويا Soya Oil ووفقاً للمادة المدروسة ومعلومات الشركة المصنعة فتبلغ قيمة هذا المعامل 0.239. أما بالنسبة لأبعاد الجسيمات فإنه قد تم الاعتماد على دراسات سابقة تخص هذا المركب (van Staveren، 1991).

3_3 تحضير العينات

في هذا العمل تمت دراسة المستحلب الدهني (Sigma Aldrich, Germany) Intralipid 20%. حيث تم بداية تمديد هذا المركب باستخدام الماء المقطر للحصول على التراكيز التالية: (0.125, 0.25, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3.75 %). حيث تم قياس طيفي الانعكاسية الانتشارية R_θ والنفاذية الانتشارية T_θ لهذه التراكيز باستخدام منظومة الكرة التكاملية، نظراً لكون هذه التراكيز عالية فهذا منع من استخدامها لتحديد طيف نفاذ الحزمة المتوازية. لذلك قمنا بتمديد المادة بالماء المقطر مرة أخرى للحصول على تراكيز منخفضة (0.0107, 0.0147, 0.0214, 0.0294, 0.0588, 0.1176, 0.1765 %) هذه التراكيز التي سنقوم بتسجيل طيف النفاذية المتوازي لها باستخدام مطيافية نفاذ الحزمة المتوازية ومنه سيتم تحديد معامل التخماد كتابع للتركيز وبشكل معاكس نقوم بتحديد قيم طيف النفاذ المتوازي للتراكيز الأولية التي استخدمت في منظومة الكرة التكاملية لنتمكن من تطبيق المعادلات (2) و (3) وبالتالي حساب معاملي الامتصاص والتبعثر.

3_4 مطيافية نفاذ الحزمة المتوازية

يبين الشكل (1) مخططاً تمثيلاً لمطيافية نفاذ الحزمة المتوازية المبنية. لبناء مطيافية نفاذ الحزمة المتوازية قمنا باستخدام ليزر بنفسجي مستمر (Matchbox, Integrated Optics, Lethuania) يعمل عند الطول الموجي 405 نانومتر والذي يمكننا التحكم باستطاعة خرجه باستخدام برنامج خاص Matchbox software متوافق مع كافة أنظمة ويندوز، تبلغ الاستطاعة العظمى لهذا الليزر 80 ميلي واط مصنع مع ليف بصري. تم وضع العينة السائلة ضمن وعاء من الكوارتز مقطعه 1سم وسماكة جدرانه 1مم وضع بدوره ضمن حامل عينة (CVH100, Thorlabs, USA). تم أخذ القياس باستخدام كاشف (S302C, Thorlabs, USA)، استطاعته العظمى 2 واط يتم اظهار القياسات باستخدام شاشة رقمية (PM200, Thorlabs, USA) حيث يوصل الكاشف بها عبر مأخذ خاص. إن هذه المطيافية تستخدم لقياس معامل التخماد الكلي للعينة $\mu_t(\lambda)$ والذي يحسب بواسطة قانون بيير-لامبيرت Beer-Lambert Law الذي يعطى بالتالي (شاهين و بشير، 2017):

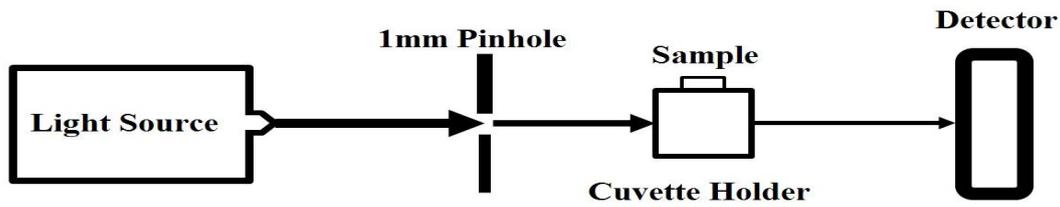
$$(9) I_z(\lambda) = I_0(\lambda) \cdot e^{-\mu_t(\lambda) \cdot z \cdot c}$$

$$(10) T = \frac{I_z(\lambda)}{I_0(\lambda)} = e^{-\mu_t(\lambda) \cdot z \cdot c}$$

حيث أن:

- $I_z(\lambda)$ تمثل شدة الضوء التي تعبر العينة المدروسة.
- $I_0(\lambda)$ تمثل الشدة الكلية المقاسة من خلال العينة التي تحوي على الماء المقطر (المحل).
- z يعبر عن طول المسار الضوئي وهنا يمثل سماكة العينة والذي يساوي 1سم،
- c يعبر عن التركيز الحجمي المئوي للمادة المدروسة ضمن العينة.
- T تعبر عن النفاذية (%).

Collimated Transmission Spectroscopy

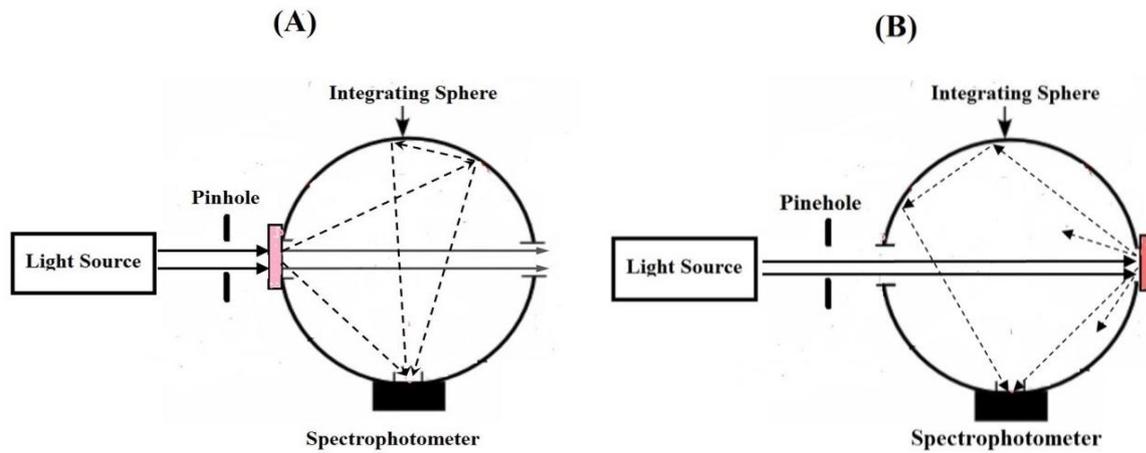


الشكل (1): المخطط الصندوقي لمطيافية نفاذ الحزمة المتوازية

ومن خلال قياس أطيف النفاذية المتوازية يمكننا تحديد معامل التخماد من قانون بيير-لامبيرت.

5_3 منظومة الكرة التكاملية

تتألف هذه المنظومة من كرة تكاملية (819C-IS-5.3, Newport, USA) بأربع مداخل، طليت السطوح الداخلية لهذه الكرة بمادة عالية الانعكاسية تصل إلى ما يقارب 99.9% وفقاً للمصنع. تستخدم منظومة الكرة التكاملية لقياس أطيف الانعكاسية والنفاذية الانتشارية كما هو موضح في الشكل (2). يمرر الضوء الصادر عن المنبع الليزري (Matchbox, Integrated Optics, Lethuania) عبر ثقب ضوئي بقطر 1مم ليسقط على العينة السائلة الموضوعة في حامل كوارتز مقطعه 1سم بسماكة جدران قدرها 1مم الذي بدوره محمول على حامل خاص بالكرة التكاملية. تم تسجيل أطيف الانعكاسية و النفاذية الانتشارية باستخدام مطياف (Maya Pro2000, Ocean Optics, USA) هذا المطياف الذي يتصل بالحاسب عبر منفذ USB بحيث تظهر النتائج باستخدام برنامج خاص بهذا المطياف (Oceanview, Ocean Optics, USA) متوافق مع أنظمة ويندوز.



الشكل (2): مخطط تمثيلي لمنظومة الكرة التكاملية لقياس طيف النفاذية الانتشارية (A)، وطيف الانعكاسية الانتشارية (B).

4_ النتائج و المناقشة

بداية فقد تم باستخدام مطيافية نفاذ الحزمة المتوازية Collimated Transmission Spectroscopy تحديد كل من الشدة الكلية $I_0(\lambda)$ والنفاذة $I_z(\lambda)$ لكل عينة من عينات المستحلب الدهني المحضرة ذات التراكيز التالية: (0.0107, 0.0147, 0.0214, 0.0294, 0.0588, 0.1176, 0.1765 %) وبالإعتماد على قانون بيير-لامبيرت تم تحديد معامل التخماد لكل تركيز كما هو موضح بالجدول التالي.

الجدول(1): يبين قياسات مطيافية النفاذ ومعامل التخماد لكل تركيز.

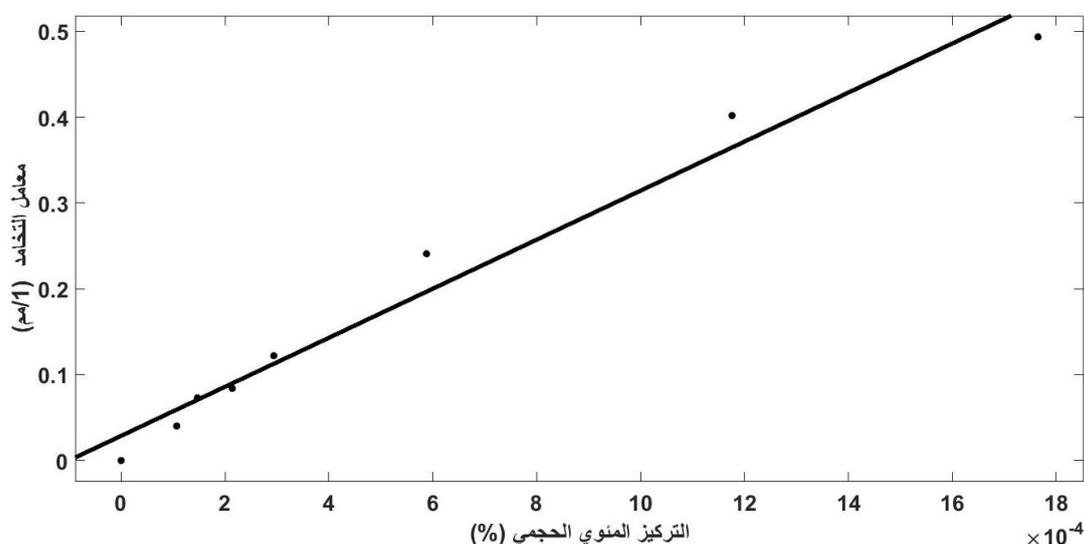
تركيز المستحلب $C_{IL}(v/v)$ $\times 10^{-4}$	0	1.07	1.47	2.14	2.94	5.88	11.76	17.65
الشدة I (mW)	2.78	1.86	1.34	1.2	0.82	0.25	0.05	0.02
النفاذية المتوازية $\%T_c$	100	66.91	48.20	43.17	29.50	8.99	1.8	0.72
μ_t (mm^{-1})	0	0.040187	0.072978	0.084013	0.12209	0.240875	0.401818	0.493447

بعدها تم تمثيل التركيز مع معامل التخماد بيانياً، الشكل (3)، ومنها وباستخدام وظيفة المواءمة في برنامج ماتلاب تم الحصول على علاقة خطية تجمع التركيز وعامل التخماد كما في التالي:

$$(11)\mu_t(mm^{-1}) = 285.6 * C_{IL}(v/v) + 0.02873$$

حيث أن: μ_t معامل تخامد عينة 20% Intralipid ذات التركيز المئوي الحجمي C_{IL} .

Intralipid 20% التركيز المئوي الحجمي لعينة $C_{IL}(v/v)$



الشكل (3): تغيرات معامل تخامد المستحلب الدهني 20% Intralipid بدلالة التركيز المئوي الحجمي

تعزى هذه النتيجة إلى أن ارتفاع تركيز المادة المبعثرة ضمن العينة سيؤدي بشكل طبيعي إلى زيادة أثرها وبالتالي زيادة معامل تخامدها، ندعو أمثال التركيز في المعادلة (11) أي المقدار 285.6 mm^{-1} بمعامل تخامد المستحلب الدهني 20% Intralipid عند الطول الموجي 405 نانومتر. بالنظر إلى الجدول السابق نلاحظ أن الاستطاعة النافذة لأعلى تركيز صغيرة جداً وإن هذا التركيز عندما قمنا بقياس الانعكاسية الانتشارية والنفاذية الانتشارية له لاحظنا أنها منخفضة جداً وبالتالي فهذه التراكيز لو قمنا

بقياس أطيفها بواسطة منظومة الكرة التكاملية لما تمكنا من التقاط أطيف الانعكاسية والنفاذية الانتشارية. لذلك كان لا بد لنا من تحضير عينات بتركيز أعلى من السابقة المستخدمة في مطيافية نفاذ الحزمة المتوازية لنتمكن من تسجيل الأطيف بوضوح. لذلك قمنا بتحضير عينات جديدة للمستحلب الدهني Intralipid 20% وذلك عبر تمديد عينة نقية منه بالماء المقطر ليأخذ التراكيز التالية (0.125, 0.25, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3.75 %) ثم وباستخدام منظومة الكرة التكاملية قمنا بتحديد أطيف الانعكاسية الانتشارية والنفاذية الانتشارية كما في التالي.

الجدول 2: يبين اطيف الانعكاسية والنفاذية الانتشارية لكل تركيز.

تركيز المستحلب $C_{IL} (v/v)$ $\times 10^{-4}$	12.5	25	50	100	150	200	250	375
الانعكاسية الانتشارية $R_d (%)$	9.54	11.47	12.47	13.13	14.11	15.09	15.39	16.05
النفاذية الانتشارية $T_d (%)$	15.62	8.19	5.78	3.87	3.71	2.93	2.79	2.13

ثم وبعملية عكسية سنقوم بتقدير معامل التخامد لكل تركيز من التراكيز السابقة باستخدام العلاقة (11)، ثم نقوم بتحديد النفاذية المتوازية لكل تركيز من العلاقتين (9) و (10). بعد ذلك نظراً لأننا تمكنا من تحديد قيم الانعكاسية الانتشارية والنفاذية الانتشارية والنفاذية المتوازية فإن عملية تحديد معاملات التبعثر والامتصاص والتخامد باستخدام العلاقتين (2) و (3) أصبحت ممكنة، كما في الجدول (3). ومن ثم قمنا بتمثيل التركيز ومعامل الامتصاص كما في الشكل (4) وتوصلنا باستخدام وظيفة المواءمة في برنامج ماتلاب لعلاقة تجمع التركيز مع معامل الامتصاص كما في التالي:

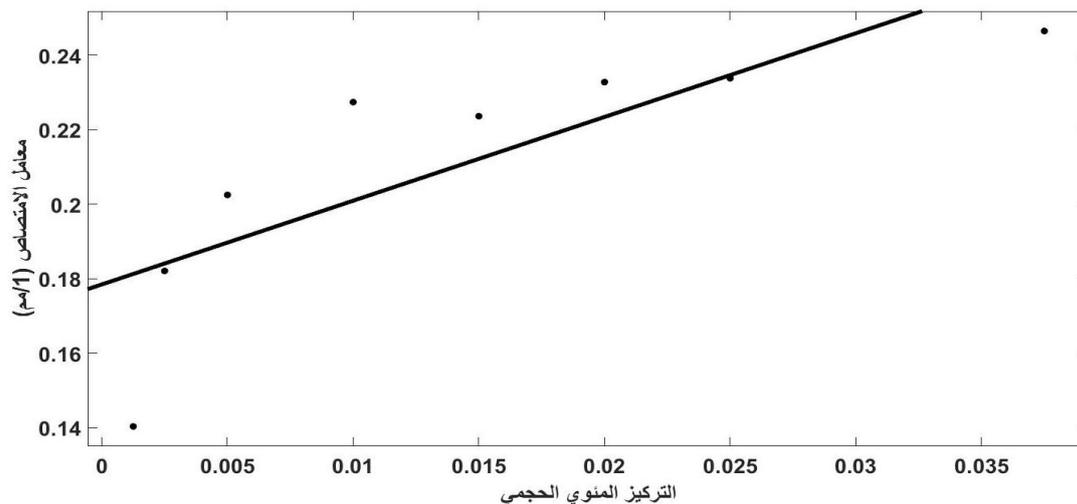
$$(12) \mu_a (mm^{-1}) = 2.249 * C_{IL} (v/v) + 0.1784$$

حيث أن: μ_a معامل امتصاص عينة Intralipid 20% كتابع للتركيز.

C_{IL} التركيز المئوي الحجمي لعينة Intralipid 20%.

الجدول 3: يبين قيم النفاذية المتوازية والمعاملات الضوئية للمستحلب الدهني Intralipid 20%.

تركيز المستحلب $C_{IL} (v/v)$ $\times 10^{-4}$	12.5	25	50	100	150	200	250	375
النفاذية المتوازية $T_c (%)$	2.11×10^{-2}	5.94×10^{-4}	4.71×10^{-7}	2.96×10^{-13}	1.86×10^{-19}	1.17×10^{-25}	7.35×10^{-32}	2.30×10^{-47}
معامل التبعثر $\mu_s (mm^{-1})$	0.2378	0.5530	1.2466	2.6497	4.0815	5.5003	6.9273	10.4846
معامل الامتصاص $\mu_a (mm^{-1})$	0.1403	0.1821	0.2025	0.2274	0.2236	0.2328	0.2338	0.2465
معامل التخامد $\mu_t (mm^{-1})$	0.3857	0.7427	1.4567	2.8847	4.3127	5.7407	7.1687	10.7387

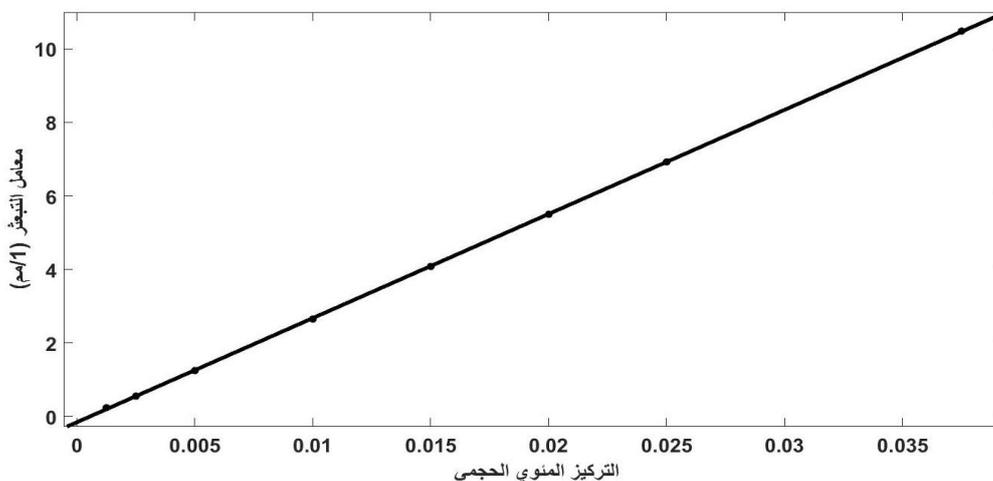


الشكل (4): تغيرات معامل امتصاص المستحلب الدهني 20% Intralipid مع التركيز المئوي الحجمي

لقد تم اختيار العلاقة الخطية لأن ذلك يتفق مع المبدأ النظري القائم على علاقة التناسب الطردي بين المعامل الضوئي للمادة وتركيزها.

بالمثل قمنا بتمثيل تغيرات معامل التبعثر مع التركيز، الشكل (5). وباستخدام وظيفة المواءمة في برنامج الماتلاب قمنا بالتوصل لعلاقة خطية تجمع التركيز مع معامل التبعثر كما في التالي:

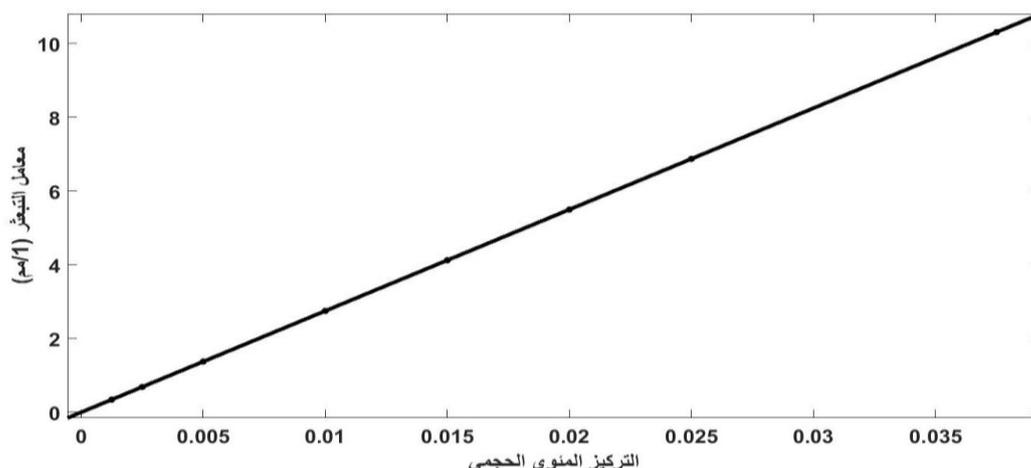
$$(13)\mu_s(mm^{-1}) = 283.4 * C_{IL}(v/v) - 0.1573$$



الشكل (5): تغيرات معامل التبعثر للمستحلب الدهني 20% Intralipid مع التركيز المئوي الحجمي

أما فيما يخص حسابات نظرية ماي فقد قمنا بحساب معامل التبعثر لكل عينة من العينات، ثم قمنا بتمثيلها بيانياً بدلالة التركيز المئوي الحجمي، الشكل (6)، أخيراً وباستخدام وظيفة المواءمة في برنامج ماتلاب توصلنا إلى العلاقة التالية:

$$(14)\mu_s(mm^{-1}) = 274.8 * C_{IL}(v/v)$$



الشكل (6): تغيرات معامل التبعثر المحسوب بواسطة Mie Theory بدلالة التركيز المئوي الحجمي

أما بالنسبة لقيمة معامل اللاتماثل g فقد تم التوصل للقيمة 0.8544 لعينة نقية من المستحلب الدهني دون تمديد. واستكمالاً لعملية التوصيف قمنا فيما يلي بحساب الجزء التخيلي لقرينة الانكسار باستخدام العلاقة التالية (Van de Hulst، 1981):

$$(15)k = \mu_a \cdot \lambda / 4\pi$$

حيث أن μ_a يمثل معامل امتصاص المادة، أما λ فيمثل طول موجة الضوء المستخدم. ومنها توصلنا إلى قيمة الجزء التخيلي لقرينة الانكسار العقدية والتي تساوي 7.8232×10^{-5} . نظراً للتوافق الحاصل بقيم معامل التبعثر المحسوب بنظرية ماي Mie Theory ونموذج كوبيلكا-منك Kubelka-Munk فإنه يمكن اعتبار أن الجزء الحقيقي لقرينة الانكسار المحسوب بالاعتماد على معادلة كوشي (4) صحيح وعليه يمكننا تلخيص النتائج التي تم التوصل إليها في الجدول التالي:

الجدول (4): الخصائص الضوئية للمستحلب الدهني Intralipid 20% عند الطول الموجي 405 نانومتر

الجزء التخيلي من قرينة الانكسار k	الجزء الحقيقي من قرينة الانكسار n	عامل اللاتماثل g	معامل الامتصاص μ_a (mm^{-1})	معامل التبعثر Mie Theory μ_s (mm^{-1})	معامل التبعثر Kubelka-munk μ_s (mm^{-1})	معامل التخماد μ_t (mm^{-1})
7.8232×10^{-5}	1.4793	0.8544	2.4274	274.8	283.2427	285.62873

إن توافق النتائج الحاصل بين نظرية ماي Mie Theory ونموذج كوبيلكا-منك Kubelka-Munk من جهة يؤكد على إمكانية تطبيق الأخير لعملية القياس باستخدام منظومة الكرة التكاملية ويؤكد على صحة النتائج التي تم التوصل إليها أيضاً وهذه النتائج التي بدورها توافقت مع أعمال أخرى. أما فيما يخص معامل الامتصاص الذي لطالما أهمل في معظم الدراسات ولم يحسب، فقد تم تحديده ولوحظ أن قيمته ليست بصغيرة لدرجة الإهمال. هذا المعامل يؤكد بدوره على أن قرينة انكسار هذه المادة هي مقدار عقدي، جزؤها الحقيقي يحدد بالاعتماد على معادلة كوشي (4)، و أما التخيلي فقد تم تحديده. وهذا ما لم يحدد مسبقاً.

5_ الاستنتاجات

1. عند دراسة العلاقة بين التركيز والمعاملات الضوئية لاحظنا أن العلاقة طردية خطية وهذا ما يساعدنا في التحكم بالمعامل الضوئي للنموذج المبني من خلال تغيير التركيز.
2. إن كبر معامل تبعثر هذا المستحلب يسمح باستخدامه في بناء نماذج ضوئية فيزيائية تحاكي أغلب أنسجة الجسم.
3. فعالية استخدام نموذج كوبيلكا-منك المعدل modified Kubelka–Munk model مع منظومة الكرة التكاملية الأنفة الذكر للقيام بعملية التوصيف الضوئي.

6_ المقترحات والتوصيات

1. إنه لمن الممكن الاعتماد على نموذج كوبيلكا-منك المعدل في عملية توصيف المواد ضوئياً.
2. ضرورة التوصيف المسبق للمواد المستخدمة في بناء النماذج الضوئية الفيزيائية وذلك نظراً لتمايز خصائصها الضوئية تبعاً لنوع الشركة المصنعة وحتى لطرزها ولأداة المستخدمة في عملية التوصيف.
3. السعي لاختبار هذا النموذج على أنسجة حية باعتباره من أبسط النماذج التحليلية.

المراجع الأجنبية:

- 1- Flock, S., Jacques, S., Wilson, B., Star, W., and van Gemert, J.C, (1992). Optical properties of Intralipid: a phantom medium for light propagation studies. *Lasers in Surgery and Medicine*. 12(5):510–519.
- 2- Haj–Hossenii, N., Richter, J., and Andersson–Engles, S., (2010). Optical touch pointer for fluorescence guided glioblastoma resection using 5–aminolevulinic acid. *Lasers in Surgery and Medicine*. 42(1):9–14.
- 3- Hwang, J., Ramella–Roman, C.J., and Nordstrom, R., (2012). Introduction: feature issue on phantoms for the performance evaluation and validation of optical medical imaging devices. *Biomedical Optic Express*. 3(6):1399–1403.
- 4- Holmer, C., Lehmann, K., Wanken, J., Reissfelder, C., Roggan, A., Mueller, G., Buhr, H.J., and Ritz, J.P., (2007). Optical properties of adenocarcinoma and squamous cell carcinoma of the gastroesophageal junction. *J. Biomedical Optics*. 12(1): 014025–1 –8.
- 5- Karinov, A., Mokeeva, A., Sergeeva, E., Agrba, P., and Kirillin, M., (2013). Optical properties of mouse biotissues and their optical phantom. *Optics and Spectroscopy*. 14;115(2). 193–200.
- 6- Michels, R., Foschum, F., and Kienle, A., (2008). Optical properties of fat emulsions. *Optic Express*. 16(8):5907–5925.
- 7- Matzler, C., (2002). MATLAB Functions for Mie Scattering and Absorption. Bern university, Institute of Applied Physics, Microwave Department; 2002 Jun. Research report No: 2002–08.
- 8- Ninni, P.D., Martelli, F., and Zaccanti, G., (2011). Intralipid: towards a diffusive reference standard for optical tissue phantoms. *Physics in Medicine and Biology*. 56(2): 21–28.

- 9– Ninni, P.D., Martelli, F., and Zaccanti, G., (2010). The use of India ink in tissue-simulating phantoms. *Optic Express*. 18(26): 26854–26865.
- 10– Pogue, B.W., and Patterson, M.S., (2006). Review of tissue simulating phantoms for optical spectroscopy, imaging and dosimetry. *J. Biomedical Optic*. 11(4):041102–16.
- 11– Soleimanzad, H., Gurden, H., and Pain, F., (2017). Optical properties of mice skull bone in the 455– to 705–nm range. *J. Biomedical Optic*. 22(1): 010503–1–4.
- 12– Spinelli, L., Botwicz, M., Zolek, N., Kacprzak, M., Milej, D., Sawosz, P., Liebert, A., Weigel, U., Durduran, T., Foschum, F., Kienle, A., Baribeau, F., Leclair, S., Bouchard, J. P., Gallant, P., Mermut, O., Farina, A., Pifferi, A., Torricelli, A., Cubeddu, R., Ho, H. C., Mazurenka, M., Wabnitz, H., Klauenberg, K., Bodnar, O., Elster, C., Benazech–Lavoue, M., Berube–Llauriere, Y., Lesage, F., Khoptyar, D., Subash, A. A., Andersson–Engles, S., Di Ninni, P., Martelli, F., and Zaccanti, G., (2014). Determination of reference values for optical properties of liquid phantoms based on Intralipid and India ink. *Biomedical Optic Express*. 5(7): 2037–2053.
- 13– Spinelli, L., Martelli, F., Farina, A., Pifferi, A., Torricelli, A., Cubeddu R and Zaccanti, G., (2007). Calibration of scattering and absorption properties of a liquid diffusive medium at NIR wavelengths. Time-resolved method. *Optics Express*15(11). 6589–6604.
- 14– Shahin, A., and Bachir, W., (2017). Broadband spectroscopy for characterization of tissue-like phantom optical properties. *Polish Journal of Medical Physics and Engineering*. 21; 23(4):121–126.
- 15– Thennadil, S., (2008). Relationship between the Kubelka–Munk scattering and radiative transfer coefficients. *Optical Society of America*. 25(7): 1480–1485.
- 16– van Staveren, H., Moes, C., van Marle, J., Prahl, S., and van Gemert, J., (1991). Light scattering in Intralipid–10% in the wavelength range of 400–1100 nm. *Applied Optics*. 30(31): 4507–4514.
- 17– Vargas, W., and Niklasson, G., (1997). Applicability conditions of the Kubelka–Munk theory. *Applied Optics*. 36 (22): 5580–5586.
- 18– van de Hulst, H.C., (1981). *Light Scattering by Small Particles*. 2nd ed. New York, Dover Publication, PP: 114–119.
- 19– Wilson, B., Patterson, M., and Flock, S., (1987). Indirect versus direct techniques for the measurement of the optical properties of tissues. *Photochemistry and Photobiology*. 46(5): 601–608.
- 20– Yang, L., and Kruse, B., (2004). Revised Kubelka–Munk theory. I. Theory and application. . *Optical Society of America*. 21(10):1933–

التعامل مع العبارات الاصطلاحية في الترجمة: دراسة تطبيقية

*خديجة حسن زينو

(الإيداع: 17 آذار 2019 ، القبل : 3 أيلول 2019)

الملخص:

تثير العبارات الاصطلاحية الكثير من المشاكل بالنسبة للمترجمين، ولهذا فإن هذا البحث يستعرض أهمية العبارات الاصطلاحية في اللغة عموماً وفي ترجمة النصوص الأدبية خصوصاً بالإضافة إلى أساليب ترجمتها. وخلال عملية الترجمة تخضع العبارات الاصطلاحية للطرق المختلفة التي ينتهجها المترجمون أثناء نقلها من النص الأصل إلى النص الهدف.

يعتبر هذا البحث دراسة نوعية وصفية مقنضبة لترجمة العبارات الاصطلاحية في النصوص الأدبية من العربية إلى الإنكليزية كما تحاول الدراسة تسليط الضوء على كيفية تعامل المترجمين مع العبارات الاصطلاحية عند نقلها إلى اللغة الهدف وإن كان النص الهدف يحقق الخصائص البراغماتية والمفرداتية للعبارات الاصطلاحية أو لا. موضوع التحليل رواية بعنوان دمشق يا بسمة الحزن للكاتبة السورية ألفة الإدلبي ترجمها إلى الإنكليزية بيتر كلارك حيث يتم بحث سؤالين: أولهما كيف تعامل المترجم مع هذه العبارات الاصطلاحية عند ترجمتها إلى الإنكليزية؟ وثانيهما كيف يمكننا الوصول إلى مرادف مقبول للعبارات الاصطلاحية في الرواية قيد الدراسة؟

ولتحقيق هذين الهدفين يعتمد البحث على المبادئ التي اعتمدها منى بيكر (1992) والتي تنعكس في عدة مستويات ضمن النص بدءاً من الكلمة ومروراً بمكونات النص ووصولاً إلى الأفكار التي تهيمن على الثقافات واللغات.

*طالبة دراسات عليا في كلية الآداب في جامعة دمشق.

Dealing with Idiomatic Expressions in Translation: A Case Study

Khadija Zeino

(Received: 7 March 2019, Accepted: 3 September)

Abstract:

Idiomatic expressions raise many challenges for translators. The importance of idioms, generally in language and particularly in translation, as well as the way(s) in which they are translated, is investigated in this paper. Within the process of translation, idiomatic expressions are subject to different approaches opted for by translators when they transfer them from the source text into the target text.

The present paper is a brief descriptive qualitative study of the translation of idiomatic expressions in literary texts from Arabic into English. The study is an attempt to investigate how translators deal with idioms when transferring them to the target language, and to determine whether the target text fulfills the lexical and pragmatic characteristics of the idiomatic expression or not. The subject of the analysis is a novel, *Sabriya: Damascus Bitter Sweet*, by the Syrian author Ulfat Idilbi translated by Peter Clark. Two questions are investigated: How does the translator deal with these idiomatic expressions when translating them into English? And how can we achieve acceptable equivalents of idiomatic expressions in the novel under study? To achieve these objectives, the study relies on the principles of the approach proposed by Baker (1992) which are reflected at a number of levels within the text, from the word up through the components of texts to the worldviews that underlie cultures and languages.

1. Introduction

Speakers from different cultures do not always share the same values and attitudes (Valdes 1986). They express themselves in different ways, convey different views, value different principles, and adopt different convictions. Throughout these processes, they use different idioms and idiomatic expressions to express different situations. The role of the process of translation is to bridge the gap between the two languages (i.e. the source language (SL) and the target language (TL)) in an attempt to find out the best solutions conveying both the denotative and connotative meanings of each expression.

Translating idiomatic expressions has always been a difficult and demanding process for translators. Even skillful and qualified translators, who are familiar with the target language and its cultural characteristics, cannot rival native speakers in deciding the meaning and appropriate usage of some idiomatic expressions, in addition to determining their appropriate equivalents in the TL.

It is the objective of this paper to shed the light on the notion of idioms and idiomatic expressions and to examine the frequently-used linguistic choices, strategies and techniques adopted by translators in dealing with idiomatic expressions to reach a target text (TT) that conforms to the linguistic and discursal norms of the TL. The subject of analysis is the novel *Sabriya: Damascus Bitter Sweet* by the Syrian author Ulfat Idilbi and its English translation by Peter Clark. The paper is also concerned with the problem of equivalence in translation since equivalence is regarded as a tool for detailed comparison.

2. The Notion of "Idioms" and "Idiomatic Expressions"

An idiom is strictly defined by the Longman Dictionary of Language Teaching and Applied Linguistics as ‘an expression which functions as a single unit and whose meaning cannot be worked out from its separate parts’ (Richards & Schmidt, 2010: 270), referring to the strict meaning of idioms such as “It’s raining cats and dogs”. However, other definitions broaden the term to encompass any fixed expression that does not necessarily get its meaning from its individual lexical items and that does not always conform to the syntactic and semantic rules, applying to a wide range of phraseological structures, such as collocations, formulaic greetings, clichés, proverbs, sayings and other conventionalized expressions which, although idiomatic to some extent, are not idioms in the strict sense of the word (Malmkjær, 2010: 266). However, this definition is too broad that is truer of formulaic expressions than of idioms. The present study adopts the strict sense of idioms.

Idioms can be classified in different ways. According to grammatical function, idiomatic expressions can be classified into five types:

- 1) Nominal idioms, which function as noun phrases, e.g. “a black sheep”.
- 2) Adjectival idioms, which function as adjectives, e.g. “out of the question”.
- 3) Verbal idioms, which function as predicators or verb phrases, e.g. “cry over spilled milk”.
- 4) Adverbial idioms, which function as adverbials, e.g. “with one’s eyes closed”.
- 5) Sentence idioms, which function as a whole sentence, e.g. “When the cat’s away, the mice will play”.

Idiomatic expressions can be further classified into seven extra groups according to their form. The following classification is adapted from McCarthy (1998: 130–131):

- 1) Prepositional expressions, like “at the drop of a hat”.
- 2) Binomials and trinomials, which are irreversible combinations with “and”, like “black and blue”.
- 3) Frozen similes, which are characterized by the use of the word “as”, like “cool as a cucumber”.
- 4) Possessive ’s phrases, like “a king’s ransom”.
- 5) Opaque nominal structures, like “Achilles’ heel”.
- 6) Idiomatic speech routines, gambits and discourse markers, which are very frequent in conversation, like “by the way”.
- 7) Cultural allusions, including some quotations, slogans, sayings and proverbs which are all identified by those who share the cultural context, like “Don’t put all your eggs in one basket”.

Both classifications, whether according to function or form, will be used in the present study throughout the analysis of data.

3. Features of Idiomatic Expressions

Idiomatic expressions are linguistic sequences that could be long or short. They have special features that all idiomatic expressions share, which makes them distinctive. These features have to do with three aspects: construction, meaning and usage. These idiomatic expressions are distinctive in the way they are normally constructed or produced, the way they convey meaning and the level of difficulty associated with their use.

The first feature is related to the structure of these expressions as they are not usually built up word-by-word. They are non-compositional phrases with a degree of fixedness at the lexico-grammatical level. However, this feature is not an absolute characteristic; this degree of syntactic fixedness varies among idiomatic expressions. For example, the expression “in black and white” has an irreversible word order. Similarly, some of them do not adhere to the normal grammatical rules such as the expression “like father like son”. On the other hand, McCarthy (1998: 130) reports a degree of syntactic flexibility in some expressions like “to turn a blind eye to something” which can be nominalized and pluralized in sentences like “Blind eyes have been turned to ...”. In this regard, Baker (1992: 63) states that "...idioms and fixed expressions are at the extreme end of the scale from collocations in one or both of these areas: flexibility of patterning and transparency of meaning. They are frozen patterns of languages which allow little or no variation in form and, in the case of idioms, often carry meanings which cannot be deduced from their individual components."

The second feature of idiomatic expressions is the degree of transparency that the expression possesses in regard to meaning. Though some of these expressions are transparent in the sense that their meaning can be figured out from the individual words, most of these expressions are opaque where the meaning of the expression is treated as a holistic unit. Most of these expressions are treated as single chunks "whose meanings are accessed directly" (Malmkjær, 2010:266). This could be explained in the semantic pragmatic fixedness associated with the use of these expressions.

The third feature of idiomatic expressions is that there is a level of difficulty some non-native speakers of English encounter while using idiomatic expressions (Maisa & Karunakaran, 2013:118). This is most evident when there is a mismatch between the idiomatic expression used in the SL, which is Arabic in the case study in this paper, and the one used in the TL, which is English in our case study. Therefore, idiomatic expressions are socio-linguistic chunks that are in most cases culturally-bound.

4. Idiomatic Expressions in Translation

Several scholars and researchers in the field of translation studies have investigated the treatment of idiomatic expressions in translation. In fact, they reveal different challenges associated with the translation of idiomatic expressions. Baker (1992) is the most notable researcher to discuss this issue in relation to English and Arabic. One challenge in dealing with idiomatic expressions is the ability of the translator to recognize idiomatic expressions as they are not always obvious. When an idiom is recognized, problems of interpreting it arise. Some

idioms are 'misleading'; they may appear obvious because they have a logical literal interpretation. However, they have also an idiomatic meaning. There are also situations when an idiom in the SL has a clear counterpart in the TL but it has a totally or partially different meaning.

Moreover, there are the challenges of translating idioms. The first problem is that an idiom or a fixed expression may have no equivalent in the TL. Some idioms are culture-specific items which are untranslatable. Moreover, an idiom or fixed expression may have a similar counterpart in the TL, but its context of use may be different. On the other hand, an idiomatic expression may be used in the ST in both its literal and idiomatic meanings. Therefore, the play on idioms cannot be successfully achieved unless the TL idiom corresponds to the form and meaning of the SL idiom. The last difficulty is the variation between SL and TL regarding the use of idioms, the context of usage and the frequency of use.

To meet these challenges, Baker (1992) offers several strategies. Initially, she recommends using an idiomatic expression of similar meaning and form. If such an expression is not available in the TL, it is recommended to use an idiom of similar meaning but dissimilar form. If both strategies are not possible, the translator can resort to paraphrasing, and in some cases to omission.

5. Analysis of Idiomatic Expressions in *Sabriya: Damascus Bitter Sweet*

As mentioned above, the objective of the present paper is the analysis of idiomatic expressions in the novel *Sabriya: Damascus Bitter Sweet* by the Syrian novelist Ulfat Idilbi and the investigation of the techniques followed by the translator Peter Clark in translating these terms into the English language. In the analysis of the translation procedures used in translating these expressions, Baker's (1992) strategies are used. Translated idiomatic expressions are classified into two categories: idiomatic expressions translated appropriately and those translated inappropriately due to...

5.1. Idiomatic Expressions Translated Appropriately

In the novel under study, the translator managed to convey the meaning of some expressions within the context. This section deals with the appropriately translated expressions with a brief description of the techniques employed by the translator. In fact, context, with its three components: the communicative, the pragmatic and the semiotic (Hatim & Mason: 1990), plays a role in determining the appropriateness of each expression discussed. behind the utterance. Austin's (1962) three different kinds of actions which are performed when a language user

produces an utterance are taken into consideration. These acts are the locutionary, illocutionary, and perlocutionary acts.

An instance of the appropriate translation occurs in example (1), where two different idioms are used in both the ST and TT conveying the same illocutionary act and attitude by the use of the same form.

الناس أصبحت ضنينة بأموالها، تحفظ قرشها الأبيض ليومها الأسود. (1)

People have become tight with their money, putting pennies aside for a rainy day.

Another example of the usage of an idiom with a similar form and meaning in both the SL and TL is the following one:

بنت الكلب... ماذا فعلت لها حتى تريدني أن أموت؟! (2)

Bitch! What have I done to her that she wants me to die?

حلي عني يا مره... أصبحت والله لا تطاقين، بالليل والنهار لا حديث لك إلا حديث ابنك راغب (3)

Give it a rest woman... In the name of Allah, you've become unbearable. Day and night, you talk only of that son of yours, Raghib.

In example (3), the expression "give it a rest" is an idiom widely used in the TL. Though its component words are different from those used in the ST utterance, it conveys the same illocutionary act and meaning intended by the ST producer.

قالت أمي وهي خارجة: (4)
بلا كلام فارغ، النصيب بيد الله!

"You're both talking nonsense," Mother said as she left the room. "Marriages are made in heaven."

In example (4), both ST and TT utterances are well established idioms. They convey the same attitude in different structures. Therefore, the translator resorted to the strategy of using an idiom with a similar meaning and a dissimilar form.

نظرت نيرمين فجأة إلى ساعتها وقالت: (5)
سرقنا الوقت، لقد تأخرت ولم أعد أستطيع الذهاب إلى المكتبة.

Nirmin suddenly looked at her watch.

“**Time has flown by**,” she said. “I’m late. I can’t go to the bookstore now.”

Example (5) is an explicit case of the usage of an idiom with the same message but by the usage of a different form as the two expressions “سرقنا الوقت” and “time has flown by” consist of different forms; the transitive verb is translated into an intransitive verb. However, both of them are idioms which have the same pragmatic value and convey the same illocutionary act.

قال أبي: (6)

روحة بلا رجعة... من قال أننا نريد أن نرى وجهك، وجه النحس.

Father said, “**Good riddance**. Who says we want to see your face of ill omen?”

(7) فكرت قليلاً ثم قالت:

لا تؤاخذيني يا بنتي، أنا والله من يوم ما أصابتنني هذه المصيبة أصبح عقلي ما هو معي، أحكي طالع نازل لأفش قلبي.

“Don’t blame me, my girl,” she said. “By Allah, from the day I suffered this tragedy my mind has not been the same. I’m saying all sort of things so as **to get it all out of my system**.”

Though the two idioms “أفش قلبي” and “get it all of my system” in example (7) use different stylistic and structural methods, they both convey the same pragmatic value and attitude. Therefore, as it is apparent in examples (6) and (7), the translator substitutes an idiom with another idiom using different component words but conveying the message intended by the ST producer in a way that fits within the context.

خشية أن يتوآقح علي وقد أصبح **قد البغل**. (8)

... for fear of him being offensive to me. He has become **the size of a mule**.

In example (8), paraphrasing is employed to convey the meaning because even in English “the size of a mule” implies that he is a grown-up and mature man. Though the idiomatic connotation is lost, denotative and connotative meanings are preserved.

الحمد لله مات في حياة أولاده، ومن خلف ما مات (9)

We thank Allah that he died while his children were still living. **He who leaves children never dies**.

In example (9), the translator uses paraphrasing because an equivalent idiom in the target culture is not available. However, the TL expression conveys the notion of immortality which is the purpose of using the idiom; thus, it is considered acceptable.

الحياة عندي لا تساوي قشرة بصلة. الموت أهون عندي من أن آتي بولد من رجل لا أحبه. (10)

As far as I'm concerned, life **isn't worth an onion skin**. Death means less to me than to bear the child of a man I don't love.

In example (10), paraphrasing conveys the meaning although the utterance loses the idiomatic force it carries in the SL.

كانت أمي تسميك بيضة العقر. (11)

My mother named you **Fruit of a Barren womb**

In the previous example, the idiom is about a myth widely known in the SL culture. It is about the only child who is born after many years of sterility. The idiom is rendered into the TL by paraphrasing where the translator deviates from the form of the ST message because of the lack of a parallel myth in the TL culture.

ما ذنبي أنا إذا لم يفتح الله عليه بالعلم، مثله كثيرون؟ (12)

Why is it my fault when **he has not been endowed with learning**?

In example (12), the idiomatic expression is translated by the translator by the adoption of the technique of paraphrasing. The translator substitutes the expression “يفتح الله عليه بالعلم” by an explanation with a variation of the form and point of view of the message.

Likewise, the same situation applies to example (13), where the translator resorts to paraphrasing in translating an idiomatic expression.

احك يا سيدي. ممتك على نفسك. (13)

Speak my good man. **You're not doing me a favor**.

قالت خالتي: (14)

هون عليك يا شيخ، العوض على الله.

“Be patient, old friend,” said my aunt. **“Allah will bring compensation.”**

Example (14) demonstrates the usage of paraphrasing to translate idiomatic expressions as the translator changes the form of the message in the ST.

رحنا أنا وراغب نهون عليهما الأمر ونقول لهما: "وعسى أن تكرهوا شيئاً وهو خير لكم" (15)

Raghib and I tried to make it seem less important.

“**It may happen that you hate a thing which is good for you**,” we said, quoting the Qur'an.

In example (15), the religious connotative meaning is conveyed by the addition of the explanation “quoting the Qur'an”.

لقد خيبت ظني فيك، أه من الرجال، على رأي المثل: المؤمنة بالرجال كالحاملة الماء بالغربال (16)

I'm disappointed in you. Oh, you men! As the proverb says, "**She who trusts a man is like one carrying water in a sieve.**"

The idiomatic expression is rendered into the TL by the usage of paraphrasing where the translator successfully conveys the message intended by the ST producer by changing the form of the ST message.

إذا استطعت يا بنتي أن أطعمهم **من عرق جبيني**... هل أستطيع أن أدفع أجرة الغرفة؟ (17)

I can then feed them **as a result of my own efforts**..., my girl, but can I pay the rent for a room?

In the examples of paraphrasing above, the translator explains the idioms rather than gives the exact equivalent of the Arabic utterance. However, though they lose some of their global cultural connotation which is normal when we deal with as distinctive cultures and languages as Arabic and English, they convey the pragmatic value within the textual context given for each idiom.

5.2. Idiomatic Expressions Translated Inappropriately

In some instances in the Arabic novel, the idioms are translated into English inappropriately; the translator resorts to one technique where another can serve better by conveying the intended meaning within the context where the utterance occurs. In other words, inappropriateness, may not mean wrong translation; there might be a better choice to be used.

(18) إذا استطعت يا بنتي أن أطعمهم من عرق جبيني وما زالوا يا نار قلبي كذب لحم **يلزمهم فت خبز** فهل أستطيع أن أدفع أجرة الغرفة والشهر وراء الباب؟

I can then feed them as a result of my own efforts, my girl, and they are still flesh and blood, my heart's delight, and **they need a crust of bread**, but can I pay the rent for a room? We're at the end of the month.

In example (18), the usage of paraphrasing is faulty conveying a different denotative and connotative meaning.

(19) هل سموني صبرية لأصبر وأصبر، **وماذا بعد الصبر إلا المجرفة والقبر**؟

Did they call me Sabriya because it means long-suffering? I am long-suffering, **what is there left but the undertaker and the tomb?**

In examples (18) and (19), the idioms are translated literally by the usage of paraphrasing because there are no equivalent idioms available in the TL. However, this omits the intended meaning and gives ambiguous sentences within the local context. The translator could have

used clearer expressions to convey the intended message more accurately. For example, the translator could use "They are still young. It takes a lot of effort to get them brought up.." and "Patience does not get you anything; it only gets you more waiting." respectively.

اذهبي ونامي في غرفتك. سندع الآن كل شيء على حاله حتى الصباح... الصباح رياح (20)

Go and sleep in your room. We'll leave everything as it is until the morning. **Tomorrow is another day.**

(21) رحمها الله

May Allah have mercy on her soul.

In examples (20) and (21), though the use of paraphrasing conveys the meaning and gives an intelligible equivalence, there is a better choice. There is an equivalent idiom in the target culture which conveys the same message; thus, paraphrasing is not the best choice. Equivalent idioms like "Take each day as it comes" and "May she rest in peace" can be used respectively to keep the idiomatic force of the expressions.

إذا استطعت يا بنتي أن أطعمهم من عرق جبيني وما زالوا يا نار قلبي كيب لحم يلزمهم فت خبز، هل (22)
أستطيع أن أدفع أجرة الغرفة والشهر وراء الباب؟

I can then feed them as a result of my own efforts, my girl, and they are still flesh and blood, my heart's delight, and they need a crust of bread, but can I pay the rent for a room? **We're at the end of the month.**

Here, the translator resorts to paraphrasing. However, the TT expression does not convey the same meaning. Therefore, though paraphrasing can be appropriate, the way the expression is paraphrased is considered inappropriate within the global context of the Syrian culture; this idiom is used to show that days pass quickly. A better translation can be "A month follows another and the salary is not enough."

6. Conclusion

The analyzed data is examined adopting Baker's model with the aim of preserving the pragmatic and the semiotic specifications of the idiomatic expression. Whenever an idiomatic expression is to be translated, it is recommended at the beginning to search for an idiom which has the same form and meaning which means the same denotative and connotative meanings or the same locutionary and illocutionary acts within the context of the utterance.

If the idiomatic expression does not exist in the TL, the translator can look for another idiomatic expression in the TL that helps relay the same attitudinal meaning that has been relayed in the ST by using different words from those used in the ST idiom. Thus, the equivalent idiom can have an effect similar to that conveyed by the sign in the SL. Yet, if both techniques cannot be applied and the culture-specific item does not exist in the TL and there is no way to replace it by another one, the translator may try to preserve the pragma-semiotic specifications of the sign through paraphrasing. Thus, context and availability of an equivalent in the target culture of an idiom in the ST is an important factor of the appropriateness of translation.

References:

- Austin, J. L. (1962). *How to do things with words*. Oxford: Clarendon Press.
- Baker, M. (1992). *In other words: A course book on translation*. New York: Routledge.
- Hatim, B. & Mason, I. (1990). *Discourse and the translator*. New York: Longman.
- Idilbi, U. (2008). *Sabriya: Damascus Bitter Sweet (دمشق يا بسملة الحزن)*. Damascus: Dar Tlass.
- Idilbi, U. (2003). *Sabriya: Damascus Bitter Sweet*. New York: Interlink Books.
- Maisa, S. & Karunakaran, T. (2013). Idioms and importance of teaching idioms to ESL students: A study on teacher beliefs. *Asian Journal of Humanities and Social Sciences*, 1(1), 110–122.
- Malmkjær, K. (Ed.). (2010). *The linguistics encyclopedia*. New York, NK: Routledge.
- McCarthy, M. (1998). *Spoken language and applied linguistics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Richards, J. C., & Schmidt, R. (Ed.). (2010). *Longman dictionary of language teaching and applied linguistics*. Great Britain: Pearson Education Limited.
- Valdes, J.M. (ed.) (1986) *Culture Bound*. Cambridge: Cambridge University Press.

استخدام خوارزمية MCMC لإيجاد مقدر بايز لتوزيع باريتو بمعلمتين بالاعتماد على دالة خسارة متوازنة

لؤي فرح *، وفاء عيسى **، مصطفى مظهر رنة **

(الإيداع: 20 حزيران 2019 ، القبول: 3 أيلول 2019)

الملخص:

يعتبر توزيع باريتو من أكثر توزيعات الفشل انتشاراً لنماذج الإجهاد والمتانة ويستخدم بشكل واسع في تطبيقات نظرية الموثوقية ولهذا التوزيع تطبيقات مهمة في حقول متعددة منها بحوث العمليات وفي بناء نماذج نظرية الطوابير وكذلك في الاتصالات والهندسة الميكانيكية وفي علم الاقتصاد كنموذج لدخل الأفراد. تم في هذا البحث إيجاد مقدرات بايز لتوزيع باريتو بمعلمتين بالاعتماد على دوال خسارة متماثلة وغير متماثلة أوجدنا بإيجاد مقدرًا جديدًا لتوزيع باريتو بمعلمتين مجهولتين باستخدام سلسلة ماركوف مونت كارلو (MCMC) بالاعتماد على دالة خسارة جديدة (متوازنة) وتوزيعات قبلية مرافقة. وللتحقق من كفاءة أداء المقدر المقترح تم مقارنة هذا المقدر مع مقدرات بايز ومقدر الإمكانية العظمى باستخدام بيانات مولدة من توزيع باريتو بمعلمتين وبجسم عينة 100 وذلك بالاعتماد على مقياس متوسط مربعات الخطأ (MSE). دلت نتائج المقارنة أن المقدر المقترح كان الأفضل من بين المقدرات المدروسة فالاستدلالات التي حصلنا عليها لتوزيع باريتو ذي المعلمتين تعتبر نتائج جديدة تغطي كل النتائج السابقة التي تناولت هذا التوزيع أو أحد الحالات الخاصة المتعلقة به وتم حل مشكلة الحسابات المعقدة التي تنتج في استدلالات بايز باستخدام سلسلة ماركوف مونت كارلو (MCMC).

الكلمات المفتاحية: توزيع باريتو، سلسلة ماركوف مونت كارلو (MCMC)، مقدر بايز، دالة الخسارة الأسية الخطية، دالة خسارة متوازنة

* طالب دراسات عليا (ماجستير) – قسم الإحصاء الرياضي – كلية العلوم – جامعة حلب

** قسم الإحصاء الرياضي – كلية العلوم – جامعة حلب

Using the MCMC algorithm to find the Bayes estimator of Pareto distribution with two Parameters based on a balanced loss function

Louay Farah *, Wafaa Issa **, Moustafa Mazhar Rene **

(Received: 20 June 2010 , Accepted: 3 September 2019)

Abstract:

Pareto's distribution is one of the most widespread failure distributions of stress and strength models and is widely used in reliability theory applications. This distribution is important in many fields, including operations research, queuing theory, communications, mechanical engineering, and economics as a model for individuals' income.

In this research, We found baysian estimator of Pareto distribution with two Parameters based on Symmetrical and asymmetrical loss functions. We have found a new estimator of Pareto distribution with two unknown Parameters using the Markov chain Monte Carlo (MCMC) based on a new balanced loss function and Conjugate Prior distributions, and to verify the efficiency of the performance of the proposed estimate, This estimate was compared with Bayes' estimations and maximum likelihood estimation using data generated from Pareto distribution with two parameters and sample size 100 based on the Mean Error Squared (MSE) scale.

The results of the comparison showed that the proposed estimate was the best of the studied estimations, since the inferences obtained for Pareto's distribution of the parameters are new results Covering all the previous results that dealt with this distribution or one of the special cases related to it and solved the problem of complex calculations that result in Bayes' inferences using Markov chain Monte Carlo (MCMC).

Keywords: Pareto's distribution, Markov chain Monte Carlo (MCMC), baysion estimator, Linear–exponential loss function, Balanced loss function

*Postgraduate Student (MSc.)–Dept. of Mathematical Statistics –Faculty of Science–University of Aleppo

**Dept. of Mathematical Statistics–Faculty of Science–University of Aleppo

1- مقدمة: Introduction

تستخدم التوزيعات الاحتمالية للتعبير عن المجتمعات الإحصائية التي تعتمد على معالم المجتمع تحت الدراسة وتعتبر عملية تقدير هذه المعالم من الأمور الأساسية في الاستدلال الإحصائي حيث يتم عادةً تقدير هذه المعالم باستخدام طرائق إحصائية تقليدية مثل طريقة الإمكانية العظمى والطرائق البايزية ، كما هو معلوم فإن التقدير البايزي يعتمد على مدى ملاءمة اختيارنا للتوزيع القبلي المقترح لهذه المعالم وأيضاً على دالة الخسارة المستخدمة التي تلعب دور أساسياً في المنهج البايزي حيث أن معظم التقديرات البايزية مبنية على دالة الخسارة التربيعية نظراً لسهولة الحصول على المقدرات المعتمدة عليها وهي دالة متناظرة أي ما فوق التقدير متساوي مع تحت التقدير حيث تعطي أهمية متساوية لحالتي التقدير الأعلى و الأدنى وهذا لا يتوافق مع عدة حالات يكون فيها التقدير الأعلى أهم من الأدنى كما في تقدير دالة الموثوقية مثلاً، (Lehmann; Casella, 2006).

2- مشكلة البحث:

سنحاول من خلال هذا البحث أخذ هذه الجزئية بعين الاعتبار وذلك باستخدام دالة الخسارة المتوازنة والتي تحتوي على دالة خسارة تربيعية أو أسية خطية كحالة خاصة لإيجاد مقدرات بايز لتوزيع باريتو بمعلمتين حيث لهذا التوزيع تطبيقات مهمة في حقول متعددة منها بحوث العمليات وفي بناء نماذج نظرية الطوابير وكذلك في الاتصالات و الهندسة الميكانيكية و في علم الاقتصاد كنموذج لدخل الأفراد، (Arnold, 2015).

3- أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث في تسليط الضوء على أهمية تطبيق سلسلة ماركوف مونت كارلو (MCMC) لمعالجة مشكلة الحسابات المعقدة التي تنتج في استدلالات بايز.

4- أهداف البحث:

يهدف هذا البحث بشكل أساسي إلى إيجاد مقدرات جديدة لمعلمتي توزيع باريتو المجهولتين وقيام بحسابات معقدة باستخدام سلسلة ماركوف مونت كارلو (MCMC) بالاعتماد على دالة خسارة جديدة (متوازنة) وتوزيعات قبلية مرافقة.

5-المواد وطرائق البحث: Materials and Methods

5-1- توزيع باريتو بمعلمتين:

يستخدم توزيع باريتو بشكل واسع في تطبيقات نظرية الموثوقية لأنه أحد توزيعات الفشل لنماذج الإجهاد والمتانة وكذلك يستخدم في وصف توزيع السلوك المتطرف لقيمة الخسارة في مجال الاقتصاد ويستخدم أيضاً في مختلف مجالات العلوم منها الفيزياء والجيولوجيا وأنظمة الاتصالات ، وينسب هذا التوزيع إلى العالم الاقتصادي الإيطالي الجنسية Fleverdu Pareto عندما حاول وضع قانون شمولي للتعامل مع توزيع الدخل لمجتمع معين وانطلق في نظريته واشتق صيغة توزيع باريتو. يوجد عدة أشكال لتوزيع باريتو منها توزيع بمعلمة واحدة (معلمة قياس) ومنها بمعلمتين (معلمة شكل ، معلمة قياس) وقد أنجزت عدة بحوث حول توزيع باريتو بمعلمة واحدة وسوف يتضمن بحثنا تقدير معلمتي توزيع باريتو. نقول عن X أنه يخضع لتوزيع باريتو بمعلمتين إذا كانت له دالة كثافة التالية:

$$f(x; \alpha, \beta) = \frac{\alpha\beta^\alpha}{(x + \beta)^{\alpha+1}} ; x > 0, \alpha > 0, \beta > 0 \quad (1)$$

حيث α معلمة الشكل و β معلمة القياس والتوقع الرياضي للتوزيع باريتو يعطى بالعلاقة:

$$E(X) = \frac{\beta}{\alpha-1} \text{ و التباين يعطى بالعلاقة } V(X) = \left[\frac{\alpha}{\alpha-2} - \frac{3\alpha-1}{\alpha-1} - \frac{1}{(\alpha-1)^2} \right] \beta^2 \text{ حيث } \alpha > 2$$

(Abdel-Ghaly, Attia, Aly, 1998)، (Parikh, 2011).

5-2- طرائق التقدير:

هناك منهجين للتقدير المنهج البايزي والمنهج الكلاسيكي حيث تعتبر معلمة التوزيع الاحتمالي للمجتمع مجهولة ثابتة ويتم تقديرها من خلال عينة عشوائية مسحوبة من هذا المجتمع.

هناك عدة طرق للتقدير الكلاسيكي من أهم وأشهر الطرق المستخدمة في هذا الاتجاه طريقة الإمكانية العظمى التي سيتم التعرض لها بهدف المقارنة، (Lehmann, Casella, 2006).

5-2-1- تعريف مقدر الإمكانية العظمى:

يسمى المقدر $\hat{\theta} = (\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_2, \dots, \hat{\theta}_r)$ بمقدر الإمكانية العظمى لمتجه المعالم $\theta = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_r)$ إذا كانت دالة الإمكان تبلغ نهايتها العظمى عنده أي أن: $L(x, \hat{\theta}) \geq L(x, \theta)$ لجميع قيم θ ، أي أن مقدر الإمكانية العظمى $\hat{\theta}$ هو قيمة $\hat{\theta}_{MLE}$ التي تعظم دالة الإمكانية أو لوغاريتم دالة الإمكانية ونحصل عليها بحل المعادلات التالية، (MUKHOPADHYAY, 2000):

$$\frac{\partial}{\partial \theta_i} \ln L(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_r | x) = 0 ; i = 1, 2, \dots, r \quad (2)$$

5-2-2- التقدير البايزي :

أهم ما يميز التقدير البايزي تفسير θ على أنها متغير عشوائي له الكثافة الاحتمالية $\pi(\theta)$ التي تعبر عما يعتقد الفرد حول قيمة حدوث θ قبل أي مشاهدة تؤخذ ويدعى توزيع قبلي للمعلمة. إن طريقة بايز تعتمد على دمج المعلومات الأولية مع معطيات العينة، حيث يتم تحويل الاحتمالات الأولية إلى احتمالات لاحقة حيث نحصل على التوزيع الاحتمالي البعدي $\pi(\theta | x)$ وهو التوزيع الاحتمالي للمعلمة θ بشرط الحصول على العينة X وهو يصف درجة اعتقادنا في القيم المختلفة للمعلمة θ بعد الحصول على العينة أي أن قراءات العينة تغير درجة اعتقادنا في القيم المختلفة للمعلمة θ وذلك بتغيير التوزيع القبلي إلى توزيع بعدي، (Ghosh, Delampady, Samant, 2006).

5-3- مقدر بايز النقطي:

في تقدير بايز توجد هناك مشكلة في اتخاذ القرار حيث نواجه بموقف اختيار قرار decision أو إجراء action معين من بين مجموعة من الإجراءات في ظل عدم التأكد أو في ظل عدم وجود معلومات كاملة فلو اتخذنا قراراً بأن إجراء معيناً من فراغ الإجراءات هو الذي سيعبر عن القيمة الممكنة للمعلمة المراد تقديرها فلا بد من التفكير في عواقب مثل هذا القرار، وهذه تعتبر من أهم الصعوبات العملية في نظرية اتخاذ القرار theory decision، وهذا ما يقودنا إلى حتمية تقييم نتائج هذا الإجراء بناءً على مقياس كمّي ولو بالتقريب حتى يكون هناك أساس نظري منطقي معقول لنظرية اتخاذ القرارات. لذلك سنفترض أن هناك دالة معطاة تبين الخسارة الناتجة من اتخاذ قرار أن $\hat{\theta}$ هي مقدر للمعلمة θ ، أي سنفترض أن الدالة $L(\hat{\theta}, \theta)$ تقيس الخسارة التي نتكبدها إذا اخترنا الإجراء $\hat{\theta}$ وهذه الدالة هي ما تسمى بدالة الخسارة، وفي نظرية التقدير بعد تحديد دالة الخسارة المناسبة يكون هدفنا هو اختيار المقدر الذي يجعل مخاطرة بيبز Bayes risk أقل ما يمكن عندما نقدر المعلمة θ بالمقدر $\hat{\theta}$ أي أن مقدر بايز $\hat{\theta}$ هو القيمة التي تجعل القيمة المتوقعة لدالة الخسارة بالنسبة للتوزيع البعدي أقل ما يمكن أي أن، (Lehmann; Casella, 2006):

$$\min_{\hat{\theta}} E[l(\hat{\theta}, \theta)] = \min_{\hat{\theta}} \int l(\hat{\theta}, \theta) f(\theta | x) d\theta \quad (3)$$

5-4- تقدير بايز في حالة عدة معالم مجهولة:

بفرض لدينا مجموعة المعالم $\underline{\theta} = (\vartheta_1, \vartheta_2, \dots, \vartheta_j)$ ونريد تقديرها ولها التوزيع البعدي المشترك $\pi(\underline{\theta}|\underline{x})$ حيث \underline{x} عينة المشاهدات فإن التوزيع الهامشي لأي معلمة مثلاً ϑ_j يمكن الحصول عليه من ايجاد تكامل $\pi(\underline{\theta}|\underline{x})$ على المعالم بعد تثبيت ϑ_j ويعطى التوزيع الهامشي البعدي للمعلمة ϑ_j

$$\pi_j(\vartheta_j|\underline{x}) = \int \dots \int \pi(\vartheta_1, \dots, \vartheta_j | X) d\vartheta_1 \dots d\vartheta_{j-1} d\vartheta_{j+1} \dots d\vartheta_j \quad (4)$$

بعد إيجاد التوزيع الهامشي لكل معلمة يكون المقدر بايز للمعلمة ϑ_j وفق العلاقة:

$$\hat{\vartheta}_j = \min_{\vartheta_j} E[l(\hat{\vartheta}_j, \vartheta_j)] = \min_{\vartheta_j} \int l(\hat{\vartheta}_j, \vartheta_j) \pi_j(\vartheta_j|x) d\vartheta_j \quad (5)$$

(Rowe, 2003).

5-5- دالة الخسارة التربيعية Squared error loss function

عند تقدير المعلمة θ بالمقدر $\hat{\theta}$ فإن دالة الخسارة التربيعية وهي دالة متماثلة يكون فيها فوق التقدير (Overestimation) متساوي مع تحت التقدير (Underestimation) تعطى بالعلاقة :

$$l_1(\hat{\theta}, \theta) \propto (\hat{\theta} - \theta)^2 \quad (6)$$

ومخاطرة بايز أو التوقع الرياضي لدالة الخسارة بالنسبة لتوزيع البعدي هو:

$$R(\hat{\theta}, \theta) = E(l_1(\hat{\theta}, \theta)|\underline{x}) = E((\hat{\theta} - \theta)^2|\underline{x}) \quad (7)$$

مقدر بايز للمعلمة θ اعتماداً على دالة خسارة التربيعية هو قيمة $\hat{\theta}_{BS}$ التي تجعل المخاطرة أقل مايمكن هي:

$$\hat{\theta}_{BS} = E(\theta|\underline{x}) \quad (8)$$

أي أن مقدر بايز اعتماداً على دالة الخسارة التربيعية هو القيمة المتوقعة لهذه المعلمة بالنسبة للتوزيع البعدي، (Lehmann; Casella, 2006).

5-6- دالة الخسارة الأسية الخطية Linear-exponential loss function

عند تقدير المعلمة θ بالمقدر $\hat{\theta}$ فإن دالة الخسارة الأسية الخطية LINEX تعطى بالعلاقة:

$$l_2(\Delta) \propto e^{a\Delta} - a\Delta - 1 \quad (9)$$

حيث $\Delta = (\hat{\theta} - \theta)$ و $a \neq 0$ ثابت يمثل معلمة الشكل للدالة $l_2(\Delta)$ ومن أهم خواص هذه الدالة أنها غير متماثلة حيث تتحكم القيمة العددية لمعلمة الشكل a في درجة واتجاه عدم التماثل للدالة، أما إشارة المعلمة a فتعكس اتجاه عدم التماثل. بمعنى أنه لقيم $a > 0$ فإن التقدير الأعلى يكون أكثر خطورة من التقدير الأدنى، والعكس أيضاً صحيح، بمعنى أنه لقيم $a < 0$ يكون التقدير الأدنى أكثر خطورة من التقدير الأعلى. ولقيم $|a|$ الصغيرة جداً تقول دالة الخسارة الخطية الأسية إلى دالة خسارة مربع الخطأ وتكون متماثلة. تعطى مخاطرة بايز بالعلاقة:

$$l_2 R(\hat{\theta}, \theta) = E(l_2(\Delta)|\underline{x}) \propto e^{a\hat{\theta}} E(e^{-a\theta}|\underline{x}) - a[\hat{\theta} - E(\theta|\underline{x})] - 1 \quad (10)$$

ومقدر بايز للمعلمة θ الذي يجعل الطرف الأيمن أقل ما يمكن يعطى بالعلاقة:

$$\hat{\theta}_{BL} = -\frac{1}{a} \ln[E(e^{-a\theta}|\underline{x})] \quad (11)$$

بشرط $E(e^{-a\theta})$ موجود ومحدود، (Ahmadi, Doostparast, Parsian, 2005).

5-7- دالة الخسارة المتوازنة **Balanced loss function**:

تعطى دالة الخسارة المتوازنة بالعلاقة التالية:

$$l_{\rho, \omega, \xi}^q(\gamma(\theta), \delta) = \omega q(\theta) \rho(\xi(\underline{x}), \delta) + (1 - \omega) q(\theta) \rho(\gamma(\theta), \delta) \quad (12)$$

حيث δ هو تقدير للمعلمة $\gamma(\theta)$ ، $\xi(\underline{x})$ تقدير سابق للمعلمة $\gamma(\theta)$ ، $0 \leq \omega \leq 1$ ، دالة خسارة اختيارية لتقدير $\gamma(\theta)$ بالمقدر δ ، $q(\theta)$ دالة وزن موجبة

وفي هذه البحث سيتم استخدام دالة الخسارة الخطية المتوازنة بمعلمة الشكل $a \neq 0$ ونحصل عليها بتعويض

في العلاقة (10) كما يلي: $\xi(\underline{x}) = \hat{\theta}_{MLE}$ ، $q(\theta) = 1$ ، $\rho(\gamma(\theta), \delta) = e^{a(\gamma(\theta) - \delta)} - a(\gamma(\theta) - \delta) - 1$ (مقدر الإمكانية العظمى) في

$$l_3(\gamma(\theta), \delta) = \omega [e^{a(\delta - \hat{\theta}_{MLE})} - a(\delta - \hat{\theta}_{MLE}) - 1] + (1 - \omega) [e^{a(\gamma(\theta) - \delta)} - a(\gamma(\theta) - \delta) - 1] \quad (13)$$

ويكون مقدر بايز للمعلمة $\gamma(\theta)$ اعتماداً على دالة الخسارة $l_3(\gamma(\theta), \delta)$ على الشكل:

$$\hat{\delta}_{new} = -\frac{1}{a} \ln[\omega e^{-a\hat{\theta}_{MLE}} + (1 - \omega) E(e^{-a\gamma(\theta)}|\underline{x})] \quad (14)$$

نلاحظ من أجل $\omega = 0$ نحصل على مقدر بايز اعتماداً على دالة الخسارة الخطية الأسية، ومن أجل $\omega = 1$ نصل على مقدر الإمكانية العظمى، (Ahmadi, Jozani, Marchand, Parsian, 2009).

مما سبق نجد أن مقدرات بايز تعتمد في حسابها على القيم المتوقعة لدوال في المعالم اعتماداً على التوزيعات البعدية والتي غالباً ما تحتوي على تكاملات معقدة يصعب حسابها حتى باستخدام طرق التكامل العددية المعروفة وقد ظهرت طرائق عدة لحساب التكاملات مباشرة من أهم تلك الطرق هي سلسلة ماركوف مونت كارلو والتي تكتب بشكل مختصر MCMC.

5-8- سلسلة ماركوف مونت كارلو وتطبيقها في التقدير البايزي:

إن طرائق سلسلة ماركوف مونت كارلو هي طريقة لمحاكاة التوزيع الاحتمالي البعدي $\pi(\theta|\underline{x})$ عن طريق توليد سلسلة ماركوف اركوديك $\theta^{(1)}, \theta^{(2)}, \dots, \theta^{(T)}$ من التوزيع البعدي $\pi(\theta|\underline{x})$ من ثم بتطبيق نظرية اركوديك فإن المقدرات تعطى بالعلاقة، (Casella, 2008)، (Ntzoufras, 2011):

$$\widehat{g(\theta)} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T g(\theta^{(i)}) \quad (15)$$

حيث $\widehat{g(\theta)} \rightarrow E(g(\theta))$ عندما $T \rightarrow \infty$

من أشهر خوارزميات MCMC خوارزمية:

1- ميتروبوليس- هاستنغ (Metropolis-Hastings)

2- معاينة جيبس (Gibbs sampler algorithm)

3- متروبوليس داخل جيبس (Metropolis within Gibbs) وفي مايلي نعرض الخوارزميات:

أ-ميتروبوليس- هاستنغ (Metropolis-Hastings):

صمم ميتروبوليس (Metropolis) عام (1953) خوارزمية ميتروبوليس من خلال إدخال طرق المحاكاة المعتمدة على سلاسل ماركوف. وفي ما بعد قدم Hastings عام 1970 تعميم لخوارزمية ميتروبوليس في ما يعرف باسم خوارزمية ميتروبوليس- هاستنغ. (Metropolis- Hastings) وتعتبر هذه الخوارزمية هي الصيغة العامة لجميع خوارزميات MCMC

بفرض لدينا التوزيع البعدي $\pi(\theta|\underline{x})$ تدعى دالة هدف حيث نريد توليد عينة عشوائية منه بحجم T و $q(x^*|x^{(t)})$ دالة كثافة شرطية من الممكن محاكاتها بسهولة وتدعى التوزيع المقترح proposal distribution عندئذ يمكن تلخيص خوارزمية Metropolis-Hastings بالخطوات التالية، $\theta^{(t)}$ القيمة المولدة في تكرار t :

1- نغرض القيمة الابتدائية $\theta^{(0)}$ من أجل $t = 0$

2- نولد θ^* من توزيع $q(\theta^*|\theta^{(t-1)})$ و نولد $U \sim Uniform(0,1)$

3- نحسب احتمال القبول $\alpha(\theta^*, \theta^{(t-1)}) = \min(r, 1)$ حيث

$$r = \frac{p(\theta^*|X)q(\theta^*|\theta^{(t-1)})}{P(\theta^{(t-1)}|X)q(\theta^{(t-1)}|\theta^*)} = \frac{p(X|\theta^*)p(\theta^*)q(\theta^*|\theta^{(t-1)})}{P(X|\theta^{(t-1)})p(\theta^{(t-1)})q(\theta^{(t-1)}|\theta^*)}$$

4- إذا كان $U \leq \alpha(\theta^*, \theta^{(t-1)})$ فإن $\theta^{(t)} = \theta^*$ وإلا $\theta^{(t)} = \theta^{(t-1)}$

5- نكرر الخطوات السابقة من أجل $t = 1, 2, \dots, T$

(Ntzoufras, 2011)، (Gilks, Richardson, Spiegelhalter, 1995).

ب-معاينة جيبس (Gibbs sampler algorithm):

ظهرت معاينة جيبس في ورقة نشرها Geman&Geman عام 1984 في عمليات معالجة الصور وهي واحدة من أشهر الخوارزميات المستخدمة في الاستدلال البايزي في حالة المعالم المتعددة سنقوم بعرضها بشكل التالي: بفرض لدينا $\underline{\theta} = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k)$ وأن لها التوزيعات شرطية $\pi_j(\theta_j|\theta_1, \dots, \theta_{j-1}, \theta_{j+1}, \dots, \theta_k, \underline{x})$ حيث $j = 1, 2, \dots, k$ وهذه التوزيعات تدعى توزيعات شرطية تامة عندئذ يمكن وصف خطوات الخوارزمية، $\theta^{(t)}$ القيمة المولدة في تكرار t :

1- نغرض القيمة الابتدائية $\underline{\theta}^{(0)} = (\theta_1^{(0)}, \theta_2^{(0)}, \dots, \theta_k^{(0)})$

2- نولد قيمة المعلمة θ_1 ولتكن $\theta_1^{(t)}$ من التوزيع الشرطي $\pi_1(\theta_1|\theta_2^{(t-1)}, \theta_3^{(t-1)}, \dots, \theta_k^{(t-1)}, \underline{x})$

3- نولد قيمة المعلمة θ_2 ولتكن $\theta_2^{(t)}$ من التوزيع الشرطي $\pi_2(\theta_2|\theta_1^{(t)}, \theta_3^{(t-1)}, \dots, \theta_k^{(t-1)}, \underline{x})$

4- وهكذا... نستمر حتى نولد قيمة المعلمة θ_k ولتكن $\theta_k^{(t)}$ من التوزيع الشرطي

$$\pi_k(\theta_k|\theta_1^{(t)}, \theta_2^{(t)}, \dots, \theta_{k-1}^{(t)}, \underline{x})$$

5- نكرر الخطوات السابقة من أجل $t = 1, 2, \dots, T$

بالتالي سنحصل على سلسلة ماركوف الإركوديك لكل معلمة $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k$ من ثم نقوم بالتقديرات المطلوبة بتطبيق نظرية إركوديك، (Ntzoufras, 2011)، (Gilks, Richardson, Spiegelhalter, 1995).

د- متروبوليس داخل جيبس (Metropolis within Gibbs):

في بعض الأحيان من الصعب إيجاد التوزيعات الشرطية التامة عندئذٍ نستخدم خوارزمية متروبوليس-هاستنج لتوليد الكثافات الشرطية التامة في خوارزمية جيبس وهذه تسمى خوارزمية متروبوليس داخل جيبس والتي يمكن تلخيصها بالخطوات التالية. يفرض $\theta^{(t)}$ القيمة المولدة في تكرار t :

$$1- \text{ نفرض القيمة الابتدائية } (\vartheta_2^{(0)}, \dots, \vartheta_k^{(0)}) = \underline{\theta}^{(0)}$$

$$2- \text{ نولد قيمة المعلمة } \vartheta_1 \text{ ولتكن } \vartheta_1^{(t)} \text{ من } \pi_1(\vartheta_1 | \vartheta_2^{(t-1)}, \vartheta_3^{(t-1)}, \dots, \vartheta_k^{(t-1)}, \underline{x}) \text{ باستخدام خوارزمية متروبوليس -هاستنج.}$$

$$3- \text{ نولد قيمة المعلمة } \vartheta_2 \text{ ولتكن } \vartheta_2^{(t)} \text{ من } \pi_2(\vartheta_2 | \vartheta_1^{(t)}, \vartheta_3^{(t-1)}, \dots, \vartheta_k^{(t-1)}, \underline{x}) \text{ باستخدام خوارزمية متروبوليس -هاستنج.}$$

$$4- \text{ وهكذا... نستمر حتى نولد قيمة المعلمة } \vartheta_k \text{ ولتكن } \vartheta_k^{(t)} \text{ من } \pi_k(\vartheta_k | \vartheta_1^{(t)}, \vartheta_2^{(t)}, \dots, \vartheta_{k-1}^{(t)}, \underline{x}) \text{ باستخدام خوارزمية متروبوليس -هاستنج.}$$

$$5- \text{ نكرر الخطوات السابقة من أجل } t = 1, 2, \dots, T \text{ (Ntzoufras, 2011).}$$

5-9- إيجاد مقدر الإمكانية العظمى ومقدر بايز لتوزيع باريتو بالمعلمتين:

إذا كان لدينا عينة عشوائية $\underline{X} = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ من توزيع باريتو بمعلمتين فإن لوغاريتم دالة الإمكانية يعطى بالعلاقة:

$$\ln L(\alpha, \beta) = n \ln(\alpha) + n\alpha \ln(\beta) - (\alpha + 1) \sum_{i=1}^n \ln(x_i + \beta) \quad (16)$$

نشق بالنسبة α, β ونساوي المشتقات بالصفر لنحصل على مقدر الإمكانية العظمى كما يلي:

$$\hat{\alpha}_{MLE} = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \ln\left(\frac{x_i + \hat{\beta}_{MLE}}{\hat{\beta}_{MLE}}\right)} \quad (17)$$

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \beta} = \frac{n\hat{\alpha}_{MLE}}{\hat{\beta}_{MLE}} - (\hat{\alpha}_{MLE} + 1) \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i + \hat{\beta}_{MLE}} = 0 \quad (18)$$

بنعويض (17) في المعادلة (18) نحصل على:

$$\frac{n^2}{\hat{\beta}_{MLE} \sum_{i=1}^n \ln\left(\frac{x_i + \hat{\beta}_{MLE}}{\hat{\beta}_{MLE}}\right)} - \left(\frac{n}{\sum_{i=1}^n \ln\left(\frac{x_i + \hat{\beta}_{MLE}}{\hat{\beta}_{MLE}}\right)} + 1 \right) \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i + \hat{\beta}_{MLE}} = 0 \quad (19)$$

لإيجاد قيمة $\hat{\beta}_{MLE}, \hat{\alpha}_{MLE}$ نوجد حل المعادلة اللاخطية (19) بإحدى طرق التحليل العددي واستخدمنا هنا في البحث طريقة نيوتن-رافسون، (Abdel-Ghaly, Attia, Aly, 1998)، (Parikh, 2011).

5-10- الطريقة المقترحة في تقدير توزيع باريتو من أجل α, β مجهولتين:

إذا كان لدينا عينة عشوائية $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ من توزيع باريتو بمعلمتين سنفترض أن التوزيع القبلي المشترك للمعلمتين وتحت فرض وجود التوقع الرياضي و التباين موجودين التالي:

$$\pi(\alpha, \beta) = \theta e^{-\theta(\alpha-2)} \frac{1}{\Gamma(k)\eta^k} \beta^{k-1} e^{-\frac{\beta}{\eta}} ; \alpha \geq 2, \eta > 0, \beta > 0 \quad (20)$$

وبناءً عليه فإن التوزيع البعدي المشترك له الشكل:

$$\pi^*(\alpha, \beta | \underline{x}) \propto \alpha^n \beta^{n\alpha+k-1} e^{-(\alpha\theta + \frac{\beta}{\eta})} \prod_{i=1}^n \frac{1}{(x_i + \beta)^{\alpha+1}} \quad (21)$$

وبالتالي التوزيعات الشرطية التامة لكل من α, β لها الشكل التالي:

$$\pi_1(\alpha | \beta, \underline{x}) \propto \pi^*(\alpha, \beta | \underline{x}) \propto \alpha^n \beta^{n\alpha} e^{-\alpha\theta} \prod_{i=1}^n \frac{1}{(x_i + \beta)^{\alpha+1}} \quad (22)$$

$$\pi_2(\beta | \alpha, \underline{x}) \propto \pi^*(\alpha, \beta | \underline{x}) \propto \beta^{n\alpha+k-1} e^{-\frac{\beta}{\eta}} \prod_{i=1}^n \frac{1}{(x_i + \beta)^{\alpha+1}} \quad (23)$$

من الواضح أن حساب التكاملات الناتجة من أجل إيجاد التوزيعات البعدية الهامشية و التقديرات المتعلقة بها يصعب إيجادها تحليلياً لذلك سنقوم بتطبيق خوارزمية ميتروبوليس داخل جيبس لتوليد سلسلة ماركوف الإركوديك من قيم α, β من ثم نقوم بحساب التقديرات المطلوبة باستخدام العلاقة (5) كما يلي:

1- نفرض القيمة الابتدائية $\beta = \beta_0$

2- نولد قيمة المعلمة α ولتكن α_1 من $\pi_1(\alpha | \beta, \underline{x})$ باستخدام خوارزمية ميتروبوليس - هاستنغ باستخدام التوزيع $g_1(\alpha) = \theta e^{-\theta(\alpha-2)} ; \alpha \geq 2$ كتوزيع المقترح.

3- نولد قيمة المعلمة β ولتكن β_1 من $\pi_2(\beta | \alpha_1, \underline{x})$ باستخدام خوارزمية ميتروبوليس - هاستنغ باستخدام التوزيع القبلي $g_2(\beta) = \frac{1}{\Gamma(k)\eta^k} \beta^{k-1} e^{-\frac{\beta}{\eta}} ; \eta > 0, \beta > 0$ كتوزيع مقترح.

4- نكرر الخطوات السابقة T مرة.

من ثم نحصل على سلسلة ماركوف الإركوديك بطول T من أجل إيجاد المقدر α, β باعتماد على دالة الخسارة التربيعية نطبق العلاقة (8) و من ثم نظرية إركوديك نحصل على:

$$\hat{\alpha}_{BS} = E(\alpha | \underline{x}) \cong \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (\alpha_i) \quad (24)$$

$$\hat{\beta}_{BS} = E(\beta | \underline{x}) \cong \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (\beta_i)$$

من أجل دالة الخسارة الخطية الأسية نطبق العلاقة (11) ومن ثم نظرية إركوديك نحصل على:

$$\hat{\alpha}_{BL} = -\frac{1}{a} \ln[E(e^{-a\alpha} | \underline{x})] \cong -\frac{1}{a} \ln \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (e^{-a\alpha_i}) \right] \quad (25)$$

$$\hat{\beta}_{BL} = -\frac{1}{a} \ln[E(e^{-a\beta} | \underline{x})] \cong -\frac{1}{a} \ln \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (e^{-a\beta_i}) \right]$$

حيث $a \neq 0$ ثابت يمثل معلمة الشكل للدالة الخسارة الأسية الخطية.

من أجل دالة الخسارة الأسية المتوازنة (المقترحة) نطبق العلاقة (14) ومن ثم نظرية إركوديك نحصل على:

$$\hat{\alpha}_{new} = -\frac{1}{a} \ln[\omega e^{-a\hat{\alpha}_{MLE}} + (1-\omega)E(e^{-a\alpha} | \underline{x})] \cong -\frac{1}{a} \ln \left[\omega e^{-a\hat{\alpha}_{MLE}} + (1-\omega) \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (e^{-a\alpha_i}) \right] \quad (26)$$

$$\hat{\beta}_{new} = -\frac{1}{a} \ln[\omega e^{-a\hat{\beta}_{MLE}} + (1-\omega)E(e^{-a\beta} | \underline{x})] \cong -\frac{1}{a} \ln \left[\omega e^{-a\hat{\beta}_{MLE}} + (1-\omega) \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (e^{-a\beta_i}) \right]$$

حيث $a \neq 0$ ثابت يمثل معلمة الشكل للدالة الخسارة الأسية الخطية، $\hat{\alpha}_{MLE}, \hat{\beta}_{MLE}$ مقدر الإمكانية العظمى، $0 \leq \omega \leq 1$

5-11- الجانب التطبيقي:

باستخدام بيانات مولدة من توزيع باريتو بمعلمتين بحجم عينة $n = 100$ ومن أجل قيم حقيقية مختلفة لمعلمتين تم الحصول على تقدير الإمكان الأعظم ومقدرات بايز بالاعتماد على دوال الخسارة (دالة الخسارة التربيعية l_1 و دالة الخسارة الأسية الخطية l_2 و دالة الخسارة الأسية المتوازنة (المقترحة) l_3 وذلك عند أكثر من قيمة لمعلمة الشكل وقيمة $\omega = 0.5$) وباستخدام عدة قيم لمعالم لتوزيعات القبالية تم الحصول على تقديرات الإمكان الأعظم وتقديرات بايز باستخدام دوال خسارة متماثلة وغير متماثلة وتطبيق خوارزمية MCMC واستخدام العلاقات (17،19،24،25،26) حصلنا على النتائج الموضحة في الجدول التالي:

الجدول رقم (1) القيم الحقيقية والتقديرية المستخدمة في تقدير توزيع باريتو بمعلمتين

القيم الحقيقية	MLE		Bays(MCMC)			
	$\hat{\theta}_{BS}$	$\hat{\theta}_{BL}$	$\hat{\theta}_{BL}$		$\hat{\delta}_{new}$	
			a=1	a=-1	a=1	a=-1
$\alpha = 3$ $\beta = 1$	3.540404	2.3103806	2.2757874	2.3581975	2.720242	3.114686
	1.543563	0.8790305	0.8622196	0.8979515	1.145952	1.271978
$\alpha = 4.5$ $\beta = 2$	6.513176	2.739468	2.597193	2.957935	3.270615	5.848202
	3.778250	1.324478	1.259666	1.406798	1.875322	3.174345
$\alpha = 3$ $\beta = 3$	3.540404	2.250964	2.230239	2.276363	2.684546	3.096076
	4.630689	2.429816	2.341636	2.539879	2.938236	4.054068
$\alpha = 2.9$	3.379609	2.254387	2.231757	2.283108	2.649306	2.974672

$\beta = 3.5$	5.335547	3.035485	2.906448	3.204720	3.515147	4.754602
$\alpha = 3$ $\beta = 6$	4.381269	2.258504	2.236250	2.285851	2.818692	3.804142
	8.670042	3.597526	3.432922	3.805945	4.120768	7.984584

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات اللغة البرمجية R

يظهر الجدول رقم (1) كيفية إيجاد المقدرات في التطبيقات الفعلية، ولكن من الواضح أنه لا يمكننا عمل أي مقارنات بين المقدرات المختلفة لمعلمتي التوزيع ورغبة منا في الوقوف على مدى كفاءة وسلوك طرق التقدير التي تم الحصول عليها يلزمنا عمل مقارنات عديدة باستخدام أسلوب المحاكاة، ومن المعلوم أيضاً أن عينة واحدة لا تعطي المطلوب لذلك تم توليد بيانات عشوائية وبأحجام مختلفة ($n = 100, n = 50, n = 25$) وبتكرار قدره ($L = 500$) وذلك من خلال كتابة برنامج نصي باللغة البرمجية R (لغة برمجية إحصائية)، حيث تستطيع هذه اللغة القيام بالعديد من عمليات تحليل البيانات بحيث يتم تنظيم هذه التحليلات ضمن ما يسمى بالحزم Packages مما يعني قدرة الباحثين على تطوير البرامج المختلفة الأمر الذي ساهم بانتشار استخدامها في المجالات الأكاديمية (Cotton، 2013، Matloff، 2011).

من أجل الحكم على جودة أداء كل طريقة بغرض المقارنة بين طرق التقدير والوقوف على مدى تأثيرها بافتراضاتنا المختلفة للتوزيعات القبلية وبدوال الخسارة المختلفة (دالة الخسارة التربيعية l_1 و دالة الخسارة الأسية الخطية l_2 و دالة الخسارة الموزونة المقترحة) l_3 وذلك عند أكثر من قيمة لمعلمة الشكل) تم استخدام متوسط الخطأ التربيعي MSE للمقارنة بين المقدرات والذي يعطى بالعلاقة:

$$MSE = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^L (\hat{\theta} - \theta)^T (\hat{\theta} - \theta) \quad (25)$$

حيث $\hat{\theta} = (\hat{\alpha} \hat{\beta})$ ، $\theta = (\alpha \beta)$ ، تم الحصول على النتائج الموضحة في الجدول التالي:

الجدول رقم (2): نتائج تطبيق الطرائق المستخدمة في تقدير معلمتي توزيع باريتو

القيم الحقيقية	حجم العينة	MSE_{MLE}	Bays(MCMC)				
			$MSE_{\hat{\theta}_{BS}}$	$MSE_{\hat{\theta}_{BL}}$		$MSE_{\hat{\delta}_{new}}$	
				a=1	a=-1	a=1	a=-1
$\alpha = 3$ $\beta = 1$	100	1.883708	0.523113	0.5857977	0.438468 5	0.3112482	1.130762
	50	3.169445	0.553233	0.6155512	0.471268 9	0.3300663	1.937213
	25	3.395239	0.578803	0.6432515	0.496679	0.3685052	2.165567
$\alpha = 4.5$ $\beta = 2$	100	3.118761	3.774339	4.413288	2.813718	2.725822	2.058623
	50	3.441711	4.195016	4.812168	3.186335	3.330861	2.42498
	25	4.183418	4.356258	4.98374	3.300464	3.880923	3.160943

$\alpha = 3$ $\beta = 3$	100	1.480534	1.601068	1.775621	1.396148	1.103666	1.008383
	50	2.06809	1.768935	1.997954	1.502855	1.395531	1.305096
	25	$\frac{2.51745}{7}$	1.979607	2.292155	1.609722	1.862795	1.559345
$\alpha = 2.9$ $\beta = 3.5$	100	1.618829	1.49283	1.732972	1.214881	1.182496	1.026054
	50	$\frac{1.83932}{3}$	1.608335	1.928532	1.248888	1.367932	1.101271
	25	$\frac{2.13297}{2}$	1.757057	2.19665	1.267048	1.657137	1.238537
$\alpha = 3$ $\beta = 6$	100	$\frac{2.23273}{4}$	1.735703	2.222693	1.199211	0.9333728	1.298935
	50	$\frac{2.09883}{5}$	2.181547	2.876564	1.417918	1.313951	1.210821
	25	$\frac{2.46110}{5}$	2.608401	3.57515	1.51868	1.735056	1.426324

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات اللغة البرمجية R

نلاحظ من الجدول رقم (2) عند المقارنة بين الأخطاء تبين أن قيم الأخطاء في تقديرات بايز باعتماد على دوال الخسارة المختلفة أصغر من مقابلاتها في تقدير الإمكان الأعظم ونلاحظ أيضاً أن قيم الأخطاء المقدر بالاعتماد على دالة الخسارة الأسية المتوازنة (المقترحة) I_3 أي أن المقدر المقترح له أصغر أخطاء من بين أخطاء مقدرات بايز بالاعتماد على الدوال الأخرى ونلاحظ أيضاً أن كفاءة المقدرات تزداد بازدياد حجم العينة.

4-الاستنتاجات والتوصيات:

4-1-الاستنتاجات: Conclusions

اعتماداً على دراسة المحاكاة تم الحصول على مقدرات معلمتي توزيع باريتو باستخدام طريقة الإمكان الأعظم وطرائق بايز اعتماداً على دوال خسارة متماثلة وغير متماثلة (دالة الخسارة التربيعية I_1 و دالة الخسارة الأسية الخطية I_2 و دالة الخسارة الأسية الموزونة (المقترحة) I_3 وذلك عند أكثر من قيمة لمعلمة الشكل) وتم اختبار دقة النتائج باستخدام دراسة المحاكاة وتوصلنا من خلال ذلك إلى النتائج التالية:

- 1) إن دالة الخسارة الأسية المتوازنة (المقترحة) I_3 دالة معممة يمكن الحصول من خلالها على دوال خسارة متماثلة وغير متماثلة حيث يمكننا تخصيصهما بسهولة إلى دالة خسارة التربيعية ودالة الخسارة الخطية الأسية، وعلى ذلك فإن النتائج التي تم التوصل إليها بالاعتماد على هذا النوع من دوال الخسارة تعتبر نتائج معممة لجميع الدراسات السابقة التي اعتمدت على توزيع باريتو بمعلمتين أو أحد الحالات الخاصة منه واستخدمت فيها دوال الخسارة العادية.
- 2) إن الاستدلالات التي حصلنا عليها لتوزيع باريتو ذي المعلمتين تعتبر نتائج جديدة تغطي كل النتائج السابقة التي تناولت هذا التوزيع أو أحد الحالات الخاصة منه.
- 3) تم حل مشكلة الحسابات المعقدة التي تنتج في استدلالات بايز باستخدام إحدى طرق سلسلة ماركوف وحصلنا على نتائج جيدة.

4) يتضح من النتائج أن قيم الأخطاء في تقديرات بايز بالاعتماد على الدالة المقترحة أصغر في جميع الحالات من تلك التي تقابلها في تقديرات بايز بالاعتماد على الدالة الأسية الخطية والتربيعية وتقديرات الإمكان الأعظم وذلك من أجل قيم α, β المختلفة، وأيضاً تقل قيم الأخطاء للتقديرات المختلفة بزيادة حجم العينات وبالتالي فإن أداء طرائق بايز يعطي نتائج أفضل من طريقة الإمكان الأكبر وتزداد كفاءة المقدرات بزيادة حجم العينات.

4-2-التوصيات: Recommendations

- 1- مما سبق نوصي باستخدام الطريقة المقترحة كونها تحل مشكلة التقدير الأعلى والأدنى علاوة على أن التقديرات الناتجة عن الطريقة المقترحة أعطت نتائج أفضل من جميع الطرائق السابقة.
- 2- نوصي بتطبيق مقدر بايز تحت دالة الخسارة المقترحة في تقدير معالم توزيعات احتمالية أخرى مثل توزيع الطبيعي وتوزيع غامبل ودراسة تأثير حجم العينة على المقدرات.
- 3- نوصي جميع الباحثين في كافة الاختصاصات ولاسيما الاقتصادية الطبية والبيئية بالعمل وفق تطبيق سلسلة ماركوف مونت كارلو (MCMC) في حل المشاكل التي تظهر في تقدير بعض التوزيعات الاحتمالية وخاصة إذا كان لدينا أكثر من معلمة مجهولة.
- 4- تطبيق الطريقة المقترحة على بعض التوزيعات الاحتمالية متعددة المتغيرات.
- 5- إيجاد فترة ثقة بالاعتماد على المقدر المقترح لتوزيع باريتو.

5-References:

- 1) **Abdel-Ghaly, A. A., Attia, A. F., & Aly, H. M. (1998).** Estimation of the parameters of pareto distribution and the reliability function usin accelerated life testing with censoring. Communications in Statistics–Simulation and Computation, 27(2), 469–484.
- 2) **Ahmadi, J., Doostparast, M., & Parsian, A. (2005).** Estimation and prediction in a two-parameter exponential distribution based on k-record values under LINEX loss function. Communications in Statistics–Theory and Methods, 34(4), 795–805.
- 3) **Ahmadi, J., Jozani, M. J., Marchand, É., & Parsian, A. (2009).** Bayes estimation based on k-record data from a general class of distributions under balanced type loss functions. Journal of Statistical Planning and Inference, 139(3), 1180–1189.
- 4) **Arnold, B. C. (2015).** Pareto distributions. Chapman and Hall/CRC.
- 5) **Atloff, N., (2011).** The Art of R Programming, Malloy Incorporated, United States of America, 373.
- 6) **Casella, G. (2008).** Monte Carlo Statistical Methods. University of Florida.
- 7) **Cotton, R., (2013).** Learning R, O’Reilly Media, Inc., United States of America, 377.

- 8) **Ghosh.J; Delampady.M; Samant.T.**(2006).An Introduction to Bayesian Analysis Theory and Methods.springer science+business media,LLC,New york,USA.
- 9) **Gilks, W. R., Richardson, S., & Spiegelhalter, D.** (1995). Markov chain Monte Carlo in practice. Chapman and Hall/CRC.UK.
- 10) **Lehmann.E; Casella .G.**(2006)–Theory of point estimation. UAS. 2nd edition.
- 11) **MUKHOPADHYAY N.**, (2000)–Probability and Statistical Inference .Marcel Dekker, Inc. New York. Basel.
- 12) **Ntzoufras, I.** (2011). Bayesian modeling using WinBUGS (Vol. 698). John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey.
- 13) **Parikh, R. V.** (2011). **Study on advanced Bayesian computing techniques in life testing experiments.** Thesis. Department of statistic, Bhavnagar University, Bhavnagar.
- 14) **Rowe, D. B.** (2003). Multivariate Bayesian statistics: models for source separation and signal unmixing. Chapman and Hall/CRC.

العلاقة بين يهود حلب والإدارة العثمانية في القرن الثامن عشر

صائل مخلوف

(الإيداع: 9 آيلول 2019 ، القبول: 2 تشرين الأول 2019)

ملخص:

يهدف هذا البحث إلى إبراز صورة حقيقية عن حياة اليهود في ولاية حلب خلال القرن الثامن عشر حيث كانت هذه الولاية جزءاً من الدولة العثمانية وهل كان اليهود يمارسون شعائهم الدينية في هذه الولاية دون مضايقة ، وهل تمثل اليهود دور المواطنة الحقيقية أم إنهم سببوا مشاكل حقيقية للدولة في تلك الفترة لاحظ البحث ان الجماعة اليهودية في حلب كانت جزءاً من المجتمع الحلبي ، وعملت بالتجارة والقروض داخل المدينة وخارجها وأخذت فوائد لقاء ذلك ولاحقاً اختصت الجماعة بهذه المهنة فكل الصيارفة والمصرفيين كانوا من اليهود حصراً أشار البحث إلى أمر مهم جداً وهو أن اليهود لم يمارسوا أي عمل عسكري ضد الدولة العثمانية كما لم يساهموا في تمويل أي عمل عسكري على الرغم من أنهم كانوا يقفون وراء معظم المشاكل تقريباً لم يتعرض اليهود في ولاية حلب خلال فترة البحث لأي ضغط لاعتناق الدين الإسلامي أو حتى مضايقة

The Relationship Between Aleppo Jews and the Ottoman Administration in The 18th Century

Sael Makhoulf

(Received:9 September 2019,Accepted:2 October 2019)

Abstract:

The survey aims at bringing out a real image about the Jewish life in the province of Aleppo in the 18th century when it was a part of the Ottoman state.

Did the Jews perform their religious rituals without harassment in that district? were they representing the role of the real citizenship? Or did they cause real problems to the Ottoman state through that period of time?

The survey showed that Jewish community in Aleppo was a part of the Aleppian society since they worked in commerce and loan to get loan interests later inside and outside the city of Aleppo. The clan practiced this profession, so all money-changers and brokers were exclusively Jews.

The survey pointed to a very significant issue that the Jews hadn't involved in any military conflicts against the Ottoman state and they hadn't contributed to fund any military acts either although they were almost causing all problems then.

Nothing refers, through the survey, that the Jews were forced to embrace Islam or being harassed in their rites. This indeed rebuts the argument that they were oppressed.

مقدمة:

يعد الدين اليهودي واحداً من الديانات التوحيدية الثلاث (اليهودية والمسيحية والإسلامية) الموجودة في منطقة شرق المتوسط ويعد اليهود جزءاً من النسيج الاجتماعي على هذه الأرض وكانوا متعايشين مع معتنقي الديانات الأخرى بشكل طبيعي ، وقد مروا بالمراحل التاريخية التي مرت على نظرائهم من أصحاب الديانات الأخرى وعلى الرغم من أنهم كانوا يثيرون المشاكل بين الفترة والأخرة طيلة وجودهم وهذا الأمر ليس وليد المرحلة المعاصرة فقد ذكر أن اليهود أظهروا في عهد القائم كتاباً ادعوا أنه كتاب رسول الله (ص) وبخط علي بن أبي طالب كرم الله وجهه وفيه أن الرسول (ص) قد أسقط الجزية عن أهل خيبر ، فعرض الكتاب على الحافظ الحجة أبي بكر الخطيب فتأمله وقال هذا كتاب مزور ، فقيل له من أين لك هذا ؟ فقال فيه شهادة معاوية بن أبي سفيان وهو قد أسلم عام الفتح وفيه شهادة سعد بن معاذ وهو قد استشهد يوم بني قريظة وذلك قبل فتح خيبر بسنتين، فاستحسن ذلك منه ولم يجز لليهود ما في الكتاب¹

وقد أوردت هذا المثال في مستهل هذا البحث لتبيان أن الدول المتلاحقة لم تتعامل مع اليهود وفق مبدأ المعاملة بالمثل أو بردات الفعل وإنما تعاملت معهم بواقعيه ووفق مبادئ شرعية تحكم العلاقة النازمة بين الدولة ورعاياها من يهود وغيرهم ، وبحثنا هذا هو عن اليهود في ولاية حلب والتي كانت في تلك الفترة تابعة للدولة العثمانية وأقرب الولايات العربية (غير الناطقة باللغة العثمانية) إلى مركز الدولة ، وانطلاقاً من موقعها المتميز على طريق الشام والحج وكذلك على الطريق التجارية الرابطة ما بين البحر المتوسط من جهة وكذلك العراق والدولة الصفوية من جهة ثانية

شكل هذا البحث محاولة لإلقاء الضوء على أحوال اليهود في ولاية حلب وتقديم الصورة الطبيعية عن أحوالهم وحياتهم الاجتماعية والاقتصادية داخل الولاية ، ومعرفة المعاملة التي كانوا يلقونها من قبل حكام تلك الولاية يوم كانت الدولة العثمانية واحدة من أعظم الدول في تلك الفترة . إذ لم نقل أعظمها على الإطلاق . والتي يتبين لنا أنها كانت معاملة ترقى بكل جوانبها إلى الفهم الصحيح لمفهوم الدولة والحفاظ على الرعايا أياً تكن انتماءاتهم الدينية أو العرقية ، وعلى الرغم من إقامتهم في ((حارة اليهود)) فإنهم لم يكونوا معزولين عن مجتمع مدينة حلب حيث ظهر من خلال الوثائق التي تعود إلى فترة البحث في محاكم حلب الشرعية أنهم كانوا منسجمين مع الحياة داخل المدينة ويمارسون طقوسهم الدينية وحياتهم اليومية بكل حرية²

لم يكن معروفاً على وجه الدقة عدد اليهود في ولاية حلب أثناء فترة البحث ، كما لم يكن معروفاً في الدولة العثمانية بمجملها ، وذلك لغيب الإحصاءات الرسمية لليهود أو لغيرهم من شتى الديانات والقوميات داخل الدولة العثمانية ، وكل ما نعرفه عن عدد اليهود في ولاية حلب هو من روايات المؤرخين المعاصرين لتلك الفترة على الرغم من التضارب الكبير الذي يلاحظ في الأرقام بين هذا المؤرخ وذلك ، وبين الرحالة الذين يقومون بمثل هذا العمل أي أن يقدروا تقدير أو يسألوا الحاخام المقيم في حلب عن عدد نفوس اليهود في الولاية ، ويبدو أن الأجانب العاملين في ولاية حلب كانوا أكثر اهتماماً من الحلبيين أنفسهم في محاولة إحصاء عدد اليهود في هذه المدينة ، فقد نقل الطباح ، عن المسيو شوفاديه درافيو قنصل الدولة الفرنسية المعين في ولاية حلب ما يلي :

¹ محمد بن عبد الرحمن شمس الدين السخاوي : الإعلان بالتوبيخ لمن ذم التاريخ ، القاهرة ، 1349 هـ ، ص293

2 . أكرم حسن العلي: يهود الشام في العصر العثماني، الهيئة العامة للكتاب ، دمشق، ط1 ، 2011م ط1، ص12

((من الأمور الصعبة أن يعرف عدد سكان هذه البلدة على الضبط والتحقيق إنما الأقرب إلى الصحيح أن عددهم يبلغ 285 ألفاً مائتين وخمسة وثمانين ألفاً إلى 290 ألفاً مائتين وتسعين ألفاً وذلك عموم السكان على اختلاف الملل والنحل ، ذكورهم وإناثهم ، والنصاري وحدهم يقدرون 30000 ثلاثين ألف شخص و اليهود 2000 ألفي شخص))¹ .

يفهم من قول شوفاديه أنه كان يتحدث عن اليهود القاطنين في المدينة فقط دون أن يشير إلى اليهود الموجودين في القرى والمدن التابعة لولاية حلب ، ويبدو من خلال الوثائق أن بعض هذه القرى والمدن كانت تحوي بعض عائلات من الطوائف

اليهودية ، فقد ذكرت إحدى الوثائق أن ناحية كلس (كلز)² الواقعة شمال حلب هي من النواحي المختلطة ، فقد ضمت التركمان والأكراد واليهود إلى جانب المسلمين وكان لهم كنيس³ في هذا القضاء⁴

كما أن بلدة تادف⁵ التي تقع شمال شرق حلب وتبعد عنها 45 كم كانت تضم غالبية يهودية حيث كشف فيها بقايا كنيس يهودي حيث يؤمها يهود حلب صيفاً وذلك للحج إلى قبر الكاهن عزرا الذي يقول عنه اليهود أنه دفن في هذه البلدة⁶

يبدو من خلال الوثائق أن مدينة حلب كانت تحوي كنيساً يهودياً واحداً وقد أطلق عليه كنيس الصفرافية ويقع في محلة اليهود⁷ ويدعي بعض اليهود أن بناءه يعود إلى أيوب بن سيرويا قائد جيش النبي داؤد عليه السلام الذي ضرب الأراميين في حلب واستولى عليها⁸

يلاحظ من خلال سجلات محاكم حلب أن اليهود قد عرضوا بعض مشاكلهم المتعلقة بمعايهم على القاضي الشرعي في حلب وهو بدوره قد استمع لهم ، حيث قالوا في معروضهم أن كنيسهم يحتاج إلى بعض الترميمات والإصلاحات ، فقام القاضي الشرعي بإرسال بعض العارفين للتدقيق في معروضهم فوجدوا أن كلامهم صحيح وقدموا وصفاً دقيقاً للكنيس وبناءه وأبعاده⁹ يمكن القول أن اليهود في حلب لم يكونوا على علاقات طيبة مع بقية مكونات المجتمع الأخرى على الرغم من تعايشهم الطبيعي معهم وهو ما يفهم من قول المؤرخ العربي الحلبي المعاصر كامل الغزي حين يقول : ((جميع طوائف اليهود في حلب على أتباع التلمود وليس فيهم سامرية ولا قراؤون إلا وهو غريب عن حلب وهم على ثلاثة أنواع : كوهن ينتسبون إلى نبي الله هارون عليه السلام ، ولاوي وإسرائيلي وهم العموم ، هذا والغالب على اليهود تمسكهم بتقاليدهم الدينية واعتزالهم معايشة غير أبناء دينهم خصوصاً المسيحيين ، وانهماكهم في مشاغلهم ، وفيهم الغنى المفرط والفقر المدقع ، وفي تجارهم المهارة في الاقتصاد وأصول التجارة وفنون الحساب وتعدد اللغات الغربية))¹⁰

1 محمد راغب الطباخ: إعلام النبلاء بتاريخ حلب الشهباء ، 7 أجزاء ، دار القلم العربي ، حلب ، 1988م ، ح3 ، ص238

2 هي الآن تقع ضمن الأراضي السورية المقتطعة من سورية الشمالية وتتبع حالياً تركيا

3 وهو دار العبادة اليهودية

4 سجلات محاكم حلب ، سجل 36 ، ص128 ، 1098هـ 1686م

5 هي الآن بلدة تادف التي تقع شمال شرق حلب قرب مدينة الباب

6 أردفاز سوماريان ، تاريخ حلب ، ترجمة الكسندر كشيشيان ، ح2 ، دار النهج ن حلب ، ط2 ، ح2 ، ص331

7 الكسندر راسل تاريخ حلب الطبيعي في القرن الثامن عشر ، ت خالد جبيلي ، ح2 ، شعاع للنشر ، حلب ، ط1 ، 1999م ، ح1 ، ص248

8 كامل الغزي : نهر الذهب في تاريخ حلب ، ح3 ، دار القلم العربي ، حلب ، ط2 ، 1999 ، ح1 ، ص308

9 سجلات محاكم حلب ، سجل رقم /84/ ، 1170هـ 1756م ، 24

10 كامل الغزي: مصدر سابق ، ص 165

عاش اليهود في حلب رعايا على ذمة المسلمين في الدولة الإسلامية ، وقد تمتعوا بحماية المجتمع وقبوله في حرية العبادة ، ومع الاهتمام بطريق الحرير والنشاط التجاري ، لعب اليهود دوراً اقتصادياً كبيراً ، كشركاء وعاملين مع البيوتات التجارية الأوروبية كما جاءت جاليات من المدن الأوروبية ، وسكنت في حلب ، في الخانات أولاً ولكنها سكنت لاحقاً في أحياء أخرى كالجميلية والصليبية الأخرى¹

إن أول إحصاء أجرته الدولة العثمانية كان في بداية القرن التاسع عشر ، ولكن يبدو أن هذا الإحصاء لم يأخذ بعين الاعتبار كل اليهود المقيمين في المدينة ، فقد شمل هذا الإحصاء اليهود الذين يعملون في القنصليات الأوروبية وتحت حمايتها من الأجانب ، ولم يدخلوا في إحصاء الدولة رسمياً ، ناهيك عن أن المجتمع الحلبي لم يكن يفكر بإحصاء النفوس ، وقلما نجد من يفكر بذلك ، ولعل اليهود وبحكم وجودهم في ولايات الدولة العثمانية ومنذ زمن بعيد ، وقد أصبحوا جزءاً من ظاهرة اجتماعية موجودة في مركز الولاية ، تعاملت معها الإدارات المتوالية بمنطقية ، فقد ذكر في إحدى الوثائق ، أن محلة اليهود (حارة اليهود) حيث كان يقطن ثلث هذه المحلة من اليهود وثلثان من المسلمين ، في حين كان اليهود يقومون بدفع الثلثين من التكاليف المترتبة على المحلة ، وقد اشتكى اليهود إلى السيد محمد المفتي بحلب يومذاك ، فأصدر فتوى تقضي بتوزيع التكاليف على المسلمين واليهود على وجه العدل وعدم الأخذ بما كان سابقاً² .

يبدو من هذه الوثيقة أن المفتي بحلب قد طبق أحكام الشرع الإسلامي التي تقضي بإحقاق الحق على الجميع ولو كانوا ليسوا من المسلمين ، ولعل اليهود كانوا يعرفون ذلك وإلا لما اشتكوا إلى المفتي .

يلاحظ أن اليهود في ولاية حلب قد تمتعوا بقدر من النمو ارتقى إلى مرتبة النمو الذي تمتع به نظراؤهم المسيحيين والأرمن ، ونظراً لعملهم في القنصليات الأوروبية في الترجمة والتجارة ، فقد صنف نصفهم كإفرنج أو إفرنجة، فيما نصفهم الآخر كعرب ، ونلاحظ أن الوثائق التي تذكر هؤلاء المترجمين كثيرة جداً وتشير هذه الوثائق إلى الانتماء الديني لهؤلاء المترجمين في نص الوثيقة ، ويستدل من تواريخ هذه الوثائق المتباعدة نسبياً أن اليهود قد عملوا في الترجمة منذ وقت مبكر لتواجد هذه الجاليات الأوروبية في ولاية حلب ، فقد ذكرت إحدى الوثائق اصحاق (إسحاق) ولد موسى (موسى) اليهودي ، كان مترجماً لطائفة الإفرنج الإنكليز ، وإنه قد توفي تاركاً خمس بنات ، تعدد الوثيقة أسماءهم وقد جرى خلاف حول اقتسام الورثة التي تركها خلفه³ عاشت الأسرة اليهودية داخل ولاية حلب كجزء من المجتمع الحلبي ، وتعاطت التجارة وأقرضت للناس قروضاً بفائدة وغيرها ، ويمكن ملاحظة هذا الأمر في سجلات المحاكم الشرعية في الولاية ، حيث وصلت ديونهم إلى حدود الريف البعيد ، وحتى البادية وسكانها (البدو) ، فقد جاء في إحدى الوثائق ما يلي ((أقر بمجلس الشرع الشريف رديني بن سالم البدوي بأن عليه وفي ذمته لمنصور ولد ياصف (يوسف) اليهودي الطبيب مبلغاً قدره 25 قرشاً أسدياً بطريق الدين الشرعي ، على حكم التقسيط على كل شهر يمضي من تاريخه⁴ .

1 محمود حريتانى : تاريخ اليهود في حلب ، شعاع للنشر ، حلب ، ط1، 2008، ص56

2 سجلات محاكم حلب ، سجل 34، ص11، 1089هـ 1678م

3 سجلات محاكم حلب سجل رقم 42، ص79، 1124هـ 1711م

4 سجلات محاكم حلب سجل 30 ، 1089 ، 1678

لعب اليهود دوراً مهماً في التجارة الحلبية مع الأوربيين وكانوا وسطاء بارعين و متمكنين من العمل التجاري ، وإليهم يرجع الأوربيون عندما يريدون تسويق سلعة ما أو الترويج لها ويلاحظ أن اليهود كانوا يحتكرون بعض المواد بهدف زيادة أسعارها مما اضطر الإدارة العثمانية للتدخل لمنع مثل هذا الاحتكار فقد جاء في أحد الأوامر السلطانية الواردة ولاية حلب ((00000 ضرورة الضرب على أيدي المحتكرين لصناعة خيوط الفضة والذهب ويمكن التدخل في شؤونهم إذا حاولوا احتكار هذه المادة مما يؤدي إلى غلاء الأسعار))¹

ويبدو من خلال نص الوثيقة حيث تذكر مجموعة كبيرة من الأسماء لم يتم ذكرها أن معظمهم من اليهود ، كما يلاحظ أيضاً الحزم والشدّة في تطبيق الأمر السلطاني السابق .

وعلى الرغم من العلاقة التجارية القائمة بين الجاليات الأوروبية في حلب ، لم يكن هناك ثقة متبادلة فيما بينهم ، وقد وصف داريفيو اليهود في مذكراته بقوله ((اليهود أسوأ شعوب العالم يبغضون المسيحيين كالموت وهم دائمو التحفز لإيذائهم ويوجدون الفرص المناسبة لتحقيق مآربهم ، ويغدرون . دون أدنى حياء . بالأشخاص الذين يحسنون معاملتهم وينتقمون منهم ، لذلك فهم كاذبون ، ومنافقون ويثيرو موظفي الدولة ، على الرغم من عدم استفادتهم من كل ذلك، إلا أنهم يرتاحون وينتشون بفعل الشر والضرر الواقع على الآخرين ، واليهود بشكل عام وسطاء تجاريون وصرافون يعرفون من أين تؤكل الكتف وليست هناك مهنة لا يعلمون أسرارها وهم مرابون وليس بمقدور أحد مجاراته بذلك²

يتقاطع ما قاله داريفيو مع ما يرد في الوثائق الرسمية العثمانية فقد جاء في إحدى الأوامر السلطانية الموجهة إلى والي حلب ((..... ضرورة نفي اليهودي حاييم بن ناثنان من سكان مدينة حلب المحروسة وإبعاده وعدم الإقامة فيها بصورة دائمة ، وإبعاد السمسار بترس (بترس) بن ميخائيل تخلصاً من ضرره وذلك لعدم استقامته وخيانتته في الأعمال التجارية ، وعدم إطلاق سراحه إلا بأمر سلطاني))³

علاقة اليهود مع العسكر العثماني

لم تكن العلاقة بين أفراد الطائفة اليهودية المقيمة في حلب وبين عساكر الدولة العثمانية سيئة ويعود هذا الأمر إلى عوامل عدة :

أولاً : إن اليهود مارسوا الأعمال الحرة من تجارة وطبابة ، وإقراض القروض وبيع الحلي للناس (صاغة) وعندما يريدون العمل في الدوائر الحكومية ، فخير ما يتطلعون إليه هو العمل ، ك مترجمين لدى القناصل العاملة في حلب لرعاية مصالح الدول الأوروبية ، كما كانوا يتطلعون إل الاستفادة من الامتيازات التي كانت تمنح للقناصل والمترجمين كالإعفاء من الضرائب ، ويبدو أن اليهود كانوا يدفعون رشاًوى للولاة العثمانيين في حلب وذلك لتعيينهم مترجمين لدى قناصل الدول لأوروبية ، ولم يقف عمل ايهود في هذه القنصليات على الترجمة بل تتعداه إلى الاستفادة من مزايا القنصلية لتطوير عملهم التجاري ، مما أدى إلى ازدياد القوة المالية والاقتصادية لليهود ، ولقد ولد الإنعاش الاقتصادي لهذه الفئة ، والحرية التي تمتعت بها ، والتكتل فيما بين أفرادها شعوراً خاصاً ، أطلق عليه اليهود اسم الشعور القومي ، ولم يكن هذا الشعور في الواقع سوى إحساس بضرورة تقوية التضامن بين اليهود في العالم ، وكان لهذا الشعور أخطاره ، خاصة في بلاد الشام ، إذ أن الاستناد إلى اليهود

1 سجل الأوامر السلطانية رقم /2/ ، أمر رقم 151 ، تاريخ 1136 هـ 1723م

2 حسين المدرس العلاقات بين البلاد المنخفضة وسورية العثمانية ، في القرن السابع عشر وأربعمئة عام من العلاقات القنصلية ، 1607- 2007م ، ت محمود حريتياني ، ص88

3 سجل الأوامر السلطانية رقم /3/ ، تاريخ 1145 هـ ، 1723م ، ص301

في كثير من العمليات التجارية والمصرفية كان سبباً من أسباب قوتهم الاقتصادية وبالتالي إنكفاء أحلامهم حول إنشاء الوطن القومي لليهود المزعوم في أرض فلسطين _ أرض العودة¹ .

ثانياً : إن اليهود في حلب لم يفكروا أن يكونوا قوة عسكرية فاعلة تقف ضد العسكر ، أو لفرض نفوذها كما هو الحال لدى الأشراف ، وهذا يعود إلى القوانين العثمانية لم تكن تسمح لليهود بالانتماء إلى الجيش العثماني ، كما لم تكن تسمح للأفراد اليهود بتولي مناصب عليا قيادية في الدولة ، ولهذا لم يفكر اليهود أو زعمائهم الموجودون في حلب بأن يكونوا قوة عسكرية فاعلة ، لأنهم يعرفون أن الدولة العثمانية لن تقبل بهذا التصرف مطلقاً ، على الرغم من أن نظراءهم الأشراف² قد تمتعو بهذه القوة وذلك لاعتبارات اجتماعية ودينية .

لم يتبين من خلال مراجعة المصادر والوثائق العائدة لفترة البحث ، أن هناك خلافات وصدامات حصلت بين اليهود وبين الإدارة العثمانية بصورة فعلية على الرغم من محاولة اليهود أكثر من مرة تجاوز القوانين مما استدعى تدخل الدولة سواء عبر واليها في حلب أو عن طريق أمر سلطاني من السلطان العثماني في العاصمة استانبول فقد جاء في إحدى الأوامر السلطانية (... أمر سلطاني موجه إلى والي حلب وإلى قاضي اللاذقية³ بشأن عدد من اليهود الساكنين في مدينة حلب ومنهم حارين ولد حور خليفة ولد هارين ، بنطلوب ولد درويش ، وقد أحدث هؤلاء الضرر بين المواطنين وذلك بتعديهم على الغلمان ونشر الرعب وسوء الأخلاق وقد أمرنا بإبعادهم عن حلب بسبب هذه الأعمال ولتخليص المسلمين من شروهم لأنهم أضروا في الحالة المالية في المنطقة أيضاً ولذلك يجب إسكان هؤلاء المذكورين وإقامتهم في إنطاكية ، دون أن يرجعوا إلى منطقة حلب كي لا يقوموا بالفساد كالسابق حسب أمرنا الشريف الذي ينص على إبعادهم ولكن حالة معيشتهم أصبحت سيئة لأنهم لا يستطيعون أن يؤمنوا معيشة عيالهم ويكسبوا أمر رزقهم لذلك أصدرنا أمرنا الشريف ليعمل الوزير ويرفق هؤلاء اليهود ويسكنهم في اللاذقية⁴

لا يمكن القول أن العلاقات الاجتماعية والاقتصادية كانت مقطوعة تماماً بين اليهود والعساكر العثمانية الموجودة في حلب ، بل وردت عبارات كثيرة داخل سجلات المحاكم الشرعية في حلب تشير إلى أن التعامل التجاري كان موجوداً فقد ورد في إحدى الوثائق أن الحاج طه حلبي الن الحاج الله باشي (عسكري) اعترف بمحضر من الأخوين شمويل وسياهو اليهوديين ، ولدا تائيل اليهودي قائلاً إنه باعهما بعقد صحيح وشرعي ، وهما اشتريا منه بمالهما لأنفسهما مناصفة بالتسوية والثمن منهما كذلك ما هو ملك البايح المرقوم وببده وتحت تصرفه ومنقل إليه بالطريقة الشرعية بموجب براءة مؤرخة بتاريخ 26 ذي الحجة سنة 1011 هـ بإمضاء محمد أفندي المولى خلافة القام العسكري بمدينة حلب المحمية⁵ .

لا تسعفنا الوثائق المتوفرة في دار الوثائق الشرعية ، أو كتابات المعاصرين ، خلال فترة البحث ، بأنه حصل أي نوع من الصدام المسلح ما بين العساكر العثمانية في ولاية حلب وما بين الطائفة اليهودية فيها ، كما لا توجد أي إشارة تشير إلى أن اليهود انضموا إلى أحد الثائرين على الدولة العثمانية : مثل علي باشا حانبولاط (حانبلاط) ، أو حتى الأمير البدوي ملحم ،

1 الصباغ ليلي ، الجاليات الأوروبية في بلاد الشام في العهد العثماني في القرنين السادس عشر والسابع عشر ، ج2 ، ج2،

بيروت ، 1989م ، ص877

2 : هي كلمة تطلق على الأشخاص الذين ينسبون إلى الرسول ص ولهم علامات خاصة بهم مثل العمامة الخضراء

3 كانت في فترة البحث تتبع حلب

4 سجل الأوامر السلطانية رقم /2/ ، وثيقة رقم / 212 / ص126 ، تاريخ 1136هـ 1723م

5 سجلات محاكم حلب ، سجل 42 ، ص224 ، 1124هـ 1713م

أو غيرهم من القيادات التي حاولت التمرد على السلطة العثمانية ، كما لا توجد أي إشارة تشير إلى أن اليهود قد قدموا أي نوع من التبرعات لصالح عساكر الدولة العثمانية ، إن في حروبها الخارجية ، أو في مواجهة حركات التمرد والعصيان داخل الدولة ، وربما يرجع هذا الأمر إلى عوامل متعددة منها ، أن الدولة العثمانية تعاملت بواقعية مع الطائفة اليهودية المقيمة في حلب ، كما أسلفنا فلقد استمع القاضي الشرعي في حلب إلى شكاوى اليهود ، وأنصفهم في حال وجود تجاوز عليهم ، لكنه لم يكن يسمح لليهود بتجاوز القوانين العثمانية الناظمة للحياة داخل المدينة ، فقد جاء في إحدى الوثائق أن القاضي الشرعي في ولاية حلب لم يسمح للقصابين اليهود بذبح أنواع من الحيوانات غير مسموح ببيعها للمسلمين خارج المسلخ خرقاً للعادة المتبعة ، ولذلك جاء جوابه بالرفض ، حيث أصر على أن تدمغ هذه المذبوحات بالدمغة السلطانية ، أي مسموح ببيعها ، ويزرتب على ذلك رسم معين يدفعه اليهود خاصة إذا أخذنا بعين الاعتبار أن هذا المنع جاء بعد شكوى تقدم بها القصاب باشي حيث ورد في الوثيقة ما يلي : ((لما حضر بمجلس الشرع الشريف الحاج طه بن معتوق قصاب باشي بحلب وذكر أن العادة القديمة أن تذبج الأغنام ، بالمسلخ السلطاني ظاهر حلب ، وتدمغ بالدمغة السلطانية ، وإن طائفة اليهود يذبجون الأغنام خارج المسلخ بخلاف العادة ، وأحضر عنان ولد يوصف (يوسف) اليهودي

طولبه ولد يوصف (يوسف) اليهودي ويبيدها رأس غنم مذبوحة ، وليس به الدمغة السلطانية وحيث هذا يخالف المعتاد ، تجهز المذابح في المذبوح و تدمغ بالدمغة السلطانية السادس والعشرين رجب 1050هـ))¹

يلاحظ في الوثيقة السابقة أن القاضي الشرعي في حلب لم يكن يتق باليهود حتى يذبخوا الذبائح خارج المذبوح السلطاني و يبدو أن هذا الأمر يعود إلى أن الذبوح على الطريقة الإسلامية يختلف عن الذبوح على الطريقة اليهودية ، كما يلزم أن في الأمر شعوراً من عدم الثقة بين القاضي والقائمين على الذبوح ولهذا جاء أمره بإبطال الذبوح خارج المسلخ ، والعودة إلى ما كان عليه سابقاً وهو الذبوح داخل المسلخ ، ويلاحظ أن القاضي على الرغم من قناعته بضرورة الذبوح ودمغ الذبيحة بالدمغة السلطانية فإنه لم يصدر حكمه إلا مؤيداً بشهود وهذا يدل على نزاهة الحكم ومصداقيته ، والأهم من هذا أن الوثيقة سابقة الذكر ، متهورة بتوقيع كل من الحاج خير الدين الترجمان ، درويش بلوك باشي عسكر في حلب ، أي أن العسكر هم المعول عليهم تنفيذ الأمر ومنع اليهود من مخالفة القوانين ، يلاحظ أن اليهود كانوا يذعنون لأي أمر رسمي صادر عن الإدارة العثمانية في ولاية حلب وذلك تقديراً لأي صدام مسلح يمكن أن يحدث بين الطرفين خاصة أنهم بالمعطيات المتوفرة يعلمون نتيجته سلفاً ، ذلك أنهم لا يقفون على الصدام ولا يملكون مقوماته مثلهم مثل الأشراف الذين وقفوا في وجه العساكر مراراً ، أو مثل البدو الذين اعتمدوا مبدأ الكر والفر أثناء نزاعهم مع السلطة في ولاية حلب .

نلاحظ من خلال مراجعتنا لسجلات المحاكم الشرعية بحلب أن حرفة معينة كانت مختصة للطائفة اليهودية في حلب ، ومثال ذلك حرفة العطارين (الذين يصنعون العطور) ، وقد تقدم أفراد هذه الوثيقة بطلب إلى القاضي الشرعي لتعيين رئيس عليهم ، فقد جاء في نص الوثيقة :

نصب وعين مولانا وسيدنا ، الحاكم الشرعي الواضع خطه الكريم أعلاه حسن اليهودي العطار أتم اللحية باشي على طائفة اليهود العطارين بمدينة حلب المحمية وذلك بطلب ابن رجب شيخ العطارين والحاج قاسم والشيخ حسن بن محمود والسيد علاء الدين بن علي والحاج أرسلان واكيم وآخرون وكلهم من طائفة العطارين بحلب ، وذلك ، لأنه أهل لذلك وقادر على أدائها محرر رابع شهر ربيع الثاني لسنة ثلاث وأربعين و ألف²))

1 سجلات محاكم حلب سجل 12، ص58، 1050 هـ 1640م

2 - سجلات محاكم حلب سجل 15، ص 688، 1043 هـ 1633م

كان أفراد الطائفة اليهودية في حلب يلجؤون في بعض الأحيان إلى القاضي الشرعي ، لذكر حاجاتهم أو لقضاء أمر معين يرونه ، ولما تجد اليهود يلجؤون إلى المحاكم الشرعية من أجل علاقات تتعلق بالطائفة اليهودية من الداخل ، وأهم ما يميز علاقاتهم بالسلطات العثمانية داخل الولاية ، وهو الهدوء النسبي وربما حالة من عدم الثقة المتبادلة ، وقد أسلفنا في الوثيقة السابقة أن القاضي لم يسمح لهم بالذبح خارج المذبح كنوع من عدم الثقة بهم .

يلاحظ أن الوالي الشرعي في ولاية حلب باعتباره الممثل الشرعي للقضاء العثماني قد أعطى اليهود الحرية في تطبيق شريعتهم الموسوية التوراتية فيما يتعلق بأحوالهم الشخصية ، ما يعرف اليوم (قانون الأحوال الشخصية) ، و لم يفرض عليهم قوانين الشريعة الإسلامية المتعلقة بذلك ، إلا عندما كانوا يحتكمون بالقضايا المتعلقة بالزواج والطلاق والإرث وغير ذلك ، وهذا من واجبات الحاكم أي يطبق أحكام الشرع الذي يحكم بموجبه ، فقد ورد في إحدى القضايا التابعة لسجلات محاكم حلب الشرعية أن القاضي الشرعي بحلب ، قد أورث الحرمة سمحة بنت حبيب اليهودية سدس ميراث ابنتها المتوفاة عن زوج هو يوسف ولد عبد الله اليهودي¹ .

كان الأجدى بالقاضي أن يحكم يمثل هذه الحالة بموجب الشرع الإسلامي الذي يحكم به لا بموجب الشريعة اليهودية ، فكيف لقاضي مسلم أن يحكم بموجب شريعة أخرى ، خاصة في تلك الفترة .

تمتع اليهود من سكان حلب بقدر من النمو الاقتصادي ارتقى إلى مرتبة ذلك الذي كان يتمتع به نظراؤهم المسيحيين إذ شهد عام 1672م تسجيل 450 اربعمئة وخمسين رجلا بينهم 73 ثلاث وسبعون اعتبروا افرنجا وما لبث أن ارتفع عدد اليهود الذكور عام 1695 إلى ثمان مئة وخمس وسبعين وقد صنفنصفهم على أنهم عرب وصنف النصف الآخر افرنج² ويبدو أن التمدد اليهودي في حلب قد تنامي في القرن الثامن عشر على نحو جلي وخاصة في جمارك حلب لدرجة أنهم يعدون أن المناصب في جمارك حلب هي من حقهم بالوراثة ، وقد دام هذا الاحتكار حتى العام 1712م عندما أصدر الباب العالي أمر سلطانيا بإقالتهم من جمارك حلب³

كان اليهود الحلبيون يبتخفون في معظم الأحيان على طرح مشكلاتهم الداخلية ولا سيما تلك التي تعكس النزاعات السياسية امام القاضي الحلبى المسلم وهذا التحفظ لم يكن فقط في مدينة حلب لوحدها بل كان ميزة لليهود في كل ولايات الدولة العثمانية ، ويبدو أن هذه هي الأوامر الواردة من حاخاماتهم⁴ علق الرحالة الأوروبيون على المستوى العالي من التسامح الذي يعيشه السكان في هذه المدينة فقد قال الرحالة الفرنسي قسطنطين فولني : ((إن سكان المدينة هم من الأتراك والمسيحيين يعدون بحق الأكثر تحضراً قي تركيا إذ لم يتمتع التجار الأوروبيون بحرية أكثر ولم يلقوا احتراما أكبر من تلك الحرية⁵

حقق أفراد من الجالية اليهودية زيادة ملموسة في حلب نتيجة تدفق اليهود القادمين من إيطاليا طوال القرن السابع عشر الأمر الذي انعكس كثافة ملفته في أعداد السكان اليهود الذين اتخذوا من مدينة حلب مقر إقامة لهم ، وقد احتفظ هؤلاء

1 سجلات محاكم حلب سجل 41، ص286، 1123هـ 1710م

2 بروس ماسترز ك المدينة العثمانية بين الشرق والغرب حلب نموذجا ، تعريب رلى ذبيان مكتبة العبيكان ، ص 125

3 ماسترز المرجع نفسه ، ص 127

4 ماسترز ، المرجع نفسه ، ص 136

Constantantin Volney : travels through Syrian and Egypt in the years 1783 – 5
1784 , 2 vols , London, 1787 , v 2 , p 152

القادمون الجدد بالمواطنة التي كانت ممنوحة لهم في بلدانهم الأصلية ، وبذلك فإن عدد من اليهود دخل بزخم في المضمار التجاري بين حلب والمدن الإيطالية ، ويبدو أن التجار الإنكليز قد نظروا بسخط إلى هذا التطور التجاري لليهود في حلب¹ لم يكن في حلب سوى كنيس² واحد موجود في حي بحسيتا خلال القرن الثامن عشر الميلادي ، ومع أن كبير الحاخامات هو الذي كان يتولى الزعامة والقيادة الدينية ، ظهرت دلالات وإشارات على وجود خلافات داخل المجتمع اليهودي في حلب خاصة بين السكان الأصليين والوافدين الجدد من الدول الغربية³

ويبدو أن مرد الخلاف هو مادي سببه الضرائب التي كانت تفرضه الدولة العثمانية على مواطنيها بشكل عام التعليم لدى اليهود

كان اليهود في حلب أكثر اهتماماً بالتعليم من غيرهم على الرغم من أنهم كانوا قلة قليلة وقد استطاعوا الحفاظ على لغتهم العبرية رغم تفرقهم في بلدان شتى ، وإن المدارس الخاصة بهم كانت بمجهود خاص من أبناء جلدتهم دون أي مساعدة يقول راسل : ((إن المدارس الخاصة باليهود محدودة جداً وكانت تعلم مبادئ القراءة والكتابة ومزامير داود وكانت تجلب الكتب والمطبوعات والتقاويم من المدن الإيطالية وخاصة البندقية))⁴

في عام 1778 أقام التجار اليهود السفريديم مؤسسة خيرية حصرت اهتمامها بالعناية باليهود ، ثم أتبع ذلك ببناء المعاهد أو تشييدها في المنازل الخاصة وذلك لتلافي ضرورة الصلاة في الكنيس⁵

لم تقدم المصادر المتوافرة معلومات عن أعداد الطوائف اليهودية في حلب ، حيث أنه تم ذكر عدد اليهود في حلب بصفة عامة دونما تفصيل كما هو الحال بالنسبة لبقية الطوائف والأديان وكذلك القوميات

والجدول التالي يوضح ذلك

أعداد اليهود في حلب	1- القس أنطوان صقر 1153 هـ 1740 م ⁶	2- الأخوان راسل 1155 هـ 1182 هـ 1742 - 1768 م ⁷	3- القنصل ديفيزين 1206 هـ 1791 م ⁸
4000	5000	30000	

لم تسعفنا وثائق المحاكم الشرعية في حلب لمعرفة طوائف اليهود الموجودين في المدينة وكل ما كانت تورده تلك الوثائق هو ذكر نسبة اليهودي إلى دينه دون زيادة أو نقصان بخلاف الوثائق التي كانت تتحدث عن العرب والمسلمين ، ومن المؤكد أن وجود اليهود في حلب وجود سابق للديانتين التوحيديتين (المسيحية ، الإسلامية) هذا على الرغم من أنهم الأقل عدداً

1 ماسترز ، مرجع سابق ، ص 184

2 دار عبادة لليهود

3 ماسترز ، المرجع نفسه ، ص 185

4 راسل ، ص

5 ماسترز : مرجع سابق ، ص 187

6 توتل فريناند : وثائق تاريخية عن حلب ، ص 251

7 راسل مرجع سابق ، ص 248

8 توتل المرجع نفسه ص 742

كما يوضح الجدول السابق ، وقد تمكن اليهود من الحفاظ على تميزهم ولغتهم العبرية بعد الفتح العربي لحلب والتأقلم مع الظروف المحيطة بهم كشعب قادر على استيعاب المتغيرات المحيطة ، وهذا لا ينفي تأثرهم بالعادات والتقاليد التي سادت مجتمع مدينة حلب¹

تعامل اليهود مع المجتمع الحلبي في مجالات التجارة والصناعة والزراعة ولكن هذا لا ينفي القول بأنهم كانوا منغلقيين ضمن عادات معينة خاصة فيما يتعلق بعادات الزواج والطلاق والإرث فمن خلال الوثائق المتعلقة بالطلاق لم نجد أي حالة طلاق أو زواج بين رجل يهودي و امرأة غير يهودية²

حرص اليهود في ولاية حلب على ان يكونوا وسطاء لأي صفقة تجارية بين التجار الأوروبيين والتجار الحلبيين ، فعندما يظهر أي تاجر أوروبي في الولاية تتلقفه أيادي اليهود فوراً ويبدون أن اليهود في كل ولاية كانوا متضامنين ومتراپطين بحيث أن اليهودي لا يقبل التعامل مع أي تاجر إذا كان هذا التاجر قد بدأ العمل مع يهودي آخر³

لابد من الاعتراف أيضاً إن خبرة اليهود في العمل التجاري وقدرتهم على معرفة حال الأسواق وتقلباتها قد جعلهم وسطاء مرموقين في العمليات التجارية⁴

كان معظم اتصال الأوربيين بسكان الولاية يتم عن طريق اليهود فقد كان اليهود هم من يقومون بحل معظم المشاكل التي تنشأ بين التجار الأوربيين والسلطات الحاكمة وكذلك المجتمع المحلي وفي بعض الأحيان كانوا هم من يخلقون تلك المشكلات حتى يحصلوا على الغنائم والأرباح ويبدو ان اعمال التجار كانت تتعطل إذا تغيب اليهود وهذا ما كانوا يفعلونه خاصة إذا تصادف ذلك مع اعيادهم الدينية⁵

1 محمد تاج زعل الكوفجي : اهل الذمة في مدينة حلب في النصف الثاني من القرن الثامن عشر الميلادي ، أطروحة دكتوراه ، الجامعة الأردنية ، 2009 م ص 53

2 تغص سجلات المحاكم الشرعية في حلب بذكر حالات الطلاق وكذلك عقود الزواج على سبيل المثال السجل رقم 84 تاريخ 1166هـ 1752م

3 الكوفجي : المرجع نفسه ، ص 111

4 الصباغ ، مرجع سابق ، ح 1 ص 420

5 راسل : مرجع السابق، ص 255

المصادر والمراجع

اولاً: الوثائق الرسمية

1- سجلات الأوامر السلطانية ذوات الأرقام (2 ، 3)

2- سجلات المحاكم الشرعية ذوات الأرقام (15 ، 12 ، 32 ، 34 ، 36 ، 41 ، 42 ، 84)

ثانياً المصادر المطبوعة

1- توتل فرينان: وثائق تاريخية عن حلب، ح 4، المطبعة الكاثوليكية ، بيروت ، 1958م

2- حريتانى محمود : تاريخ اليهود في حلب، شعاع للنشر ، حلب ، ط1، 2008، ص 56

يستطيع المتتبع للشؤون التجارية في ولاية حلب في القرن الثامن عشر ان يلاحظ أن اليهود كانوا القوة الاقتصادية الكبرى داخل المدينة الأمر الذي لا يمكن تجاهله مطلقاً وخاصة في قطاعات الصيرفة وإقراض القروض حتى إن الدولة العثمانية كانت تضطر في بعض الاحيان لمعاملتهم حفاظاً على مصالحها الاقتصادية

الخاتمة

- 1- خلاصة القول أن اليهود في ولاية حلب قد عاشوا حياة هادئة بعيدة عن الصدمات والصراعات الدامية كما هو الحال لدى غيرهم (الأشراف) ولذلك نشاهد صمت في المصادر والمراجع عن أي حركة عسكرية مناوئة للدولة أو محاولة استقلالية قادها اليهود سواء في حلب أو في غيرها من ولايات الدولة العثمانية وقد اقتصر تعاملهم مع العساكر العثمانية في هذه الولاية على الشؤون الثانوية أي القضايا التي تصدر عن السلطات الأعلى وكذلك قضايا البيع والشراء ، ولهذا يغيب عن المصادر والمراجع أي ذكر لحركة عسكرية أو تحرك مسلح
- 2- شكل اليهود في ولاية جزءاً من النسيج الاجتماعي وتم معاملتهم وفق نظام الملة العثماني كمواطنين لهم حقوقهم وعليهم واجبات على الرغم من حالة الحذر التي كانت قائمة من الدولة العثمانية تجاههم
- 3- عمل اليهود في ولاية حلب أعمالاً مهمة فكانوا قناصل و مترجمين ومصرفيين وكذلك صاغة مما يدحض أي قول أنهم كانوا مضطهدين أو تعرضوا للتمييز بناء على انتمائهم الديني
- 4- لم تسجل وثائق المحاكم الشرعية في حلب أو المصادر الأخرى أي حالة لاعتناق اليهود دين آخر (إسلام ، مسيحية) في الوقت الذي كان هناك بعض المسيحيين اعتنقوا الديانة الإسلامية ، وربما يعكس هذا الأمر مدى إيمانهم بمبادئهم وثباتهم عليها
- 5- لم يتقدم اليهود (رغم غناهم) بأي مساعدة مادية لحكام ولاية حلب وذلك من أجل إصلاح وصيانة المرافق العامة (خانات ، طرق ، ساحات ، تعزير مجاري أنهار) على الرغم من وجود هذه الظاهرة عند غيرهم .

-
- 3- راسل الكسندر تاريخ حلب الطبيعي في القرن الثامن عشر ، ت خالد جبيلي ، 2 ح ، شعاع للنشر ، حلب ، ط1 ، 1999م ،
 - 4- السخاوي محمد بن عبد الرحمن شمس الدين : الإعلان بالتوبيخ لمن ذم التاريخ ، القاهرة ، 1349 هـ
 - 5- سوماريان أردفاد: تاريخ حلب ، ت الكسندر كششيان ، 2 ح ، دار النهج ، حلب ، ط2 2007
 - 6- الصباغ ليلى: الجاليات الأوروبية في بلاد الشام في العهد العثماني في القرنين السادس عشر والسابع عشر ، ج2 ، بيروت 1989م ،
 - 7- الطباخ محمد راغب : إعلام النبلاء بتاريخ حلب الشهباء ، ج7 ، دار القلم العربي ، حلب ، 1988م
 - 8- العلبي أكرم حسن : يهود الشام في العصر العثماني، الهيئة العامة للكتاب ، دمشق ، ط1 ، 2011م
 - 9- الغزي كامل : نهر الذهب في تاريخ حلب ، ج3 ، دار القلم العربي ، حلب ، ط2 ، 1999م
 - 10- الكوفجي محمد تاج زعل : اهل الذمة في مدينة حلب في النصف الثاني من القرن الثامن عشر الميلادي ، أطروحة دكتوراه ، الجامعة الأردنية ، 2009 م
 - 11- ماسترز بروس: المدينة العثمانية بين الشرق والغرب حلب نموذجاً ، تعريب رلى ذبيان مكتبة العبيكان
 - 12- المدرس حسين :العلاقات بين البلاد المنخفضة وسورية العثمانية ، في القرن السابع عشر وأربعمئة عام من العلاقات القنصلية ، 1607- 2007م ، ت محمود حريتانى

المراجع الأجنبية

Constantantin Volney : travels through Syrian and Egypt in the years 1783 – 1784 , 2 vols , London , -1

1787 , v 2 , p 152

أثر العامل الاجتماعي في إضفاء الشخصية الحضرية لسكان مدينة حماة

**أ.د. أسامة قدور

*شمس يوسف الأسعد

(الإيداع: 5 آيلول 2019 ، القبول: 22 تشرين الأول 2019)

الملخص:

استهدفت هذه الدراسة عرض العامل الاجتماعي وتحليله في بلورة عناصر الشخصية الحضرية المعاصرة لمدينة حماة وبنائها الاجتماعي ، وذلك باعتبار هذا العامل عنصراً رئيساً في المنظومة الحضرية التي تعد البوتقة التي تتفاعل فيها العوامل المختلفة ، لتكوّن في النهاية ملامح الشخصية الحضرية لأي مدينة.

اعتمدت الدراسة الأسلوب الوصفي التحليلي لتحقيق أهدافها ، وبينت أن العامل الاجتماعي أدى دوراً هاماً في التنظيم المكاني للسكان والعمران داخل المدينة قبل ظهور نشاطات التخطيط الحضري . فقد أثر هذا العامل تأثيراً مباشراً في توزيع السكان ، وفي التوسع العمراني ، وفي أنماط استعمال الأرض ، بالإضافة إلى أنه أكسب المدينة مورفولوجية محددة وواضحة ، ونظراً لأهمية هذا العامل في تكوين الشخصية الحضرية للمدينة ، ليستفيد التخطيط الحضري من المعطيات الاجتماعية القائمة ، ومن ثم يعمل على توظيفها توظيفاً إيجابياً وفاعلاً في نشاطاته المختلفة بالأسلوب الذي يمكنه من تحقيق أهدافه وغاياته.

الكلمات المفتاحية: مورفولوجية – الشخصية الحضرية.

* طالبة دراسات عليا – جغرافية بشرية – كلية الآداب والعلوم الانسانية – جامعة دمشق.

** استاذ دكتور – جغرافية بشرية – جغرافية المدن – كلية الآداب والعلوم الانسانية – جامعة دمشق.

The Impact of Social Factor in The Urbanization of The Population of The City of Hama

¹Shams Yousef Alasaad

**PH.D. Ousama Kaddour

(Received: 5 September 2019, Accepted: 22 October 2019)

Abstract:

This study aimed at presenting and analyzing the social factor in the elaboration of the elements of the modern urban character of the city of Hama and its social construction, as this factor is a key element in the urban system, which is the crucible where the various factors interact with each other, eventually forming the features of the urban character of any city.

The study adopted the descriptive analytical method to achieve its objectives, and showed that the social factor played an important role in the spatial organization of the population and urbanization within the city before the emergence of urban planning activities. This factor has a direct impact on population distribution, urbanization and land use patterns. In addition, it has given the city the importance of this factor in the formation of the urban character of the city, to take advantage of urban planning of the existing social data, and then works to employ them positively and effectively in its various activities in a way that can achieve its goals and objectives.

Keywords: morphology – Urban profile.

* Graduate student – Human Geography – Faculty of Arts and Humanities – Damascus University.

** Professor, Human Geography, Geography of Cities, Faculty of Arts and Humanities, Damascus University.

1-المقدمة:

تحدد سمات الشخصية الحضرية وملامحها لأي مدينة من جراء التفاعل المستمر بين مجموعة من العوامل البشرية والطبيعية ، ويعمل هذا التفاعل في نهاية الأمر على بلورة جوانب الشخصية الحضرية الرئيسية لأي مدينة وبنائها ، هذه الشخصية التي تأخذ دوماً صورة مركب معقد يمتاز بخصائص محددة تعكس مدى مساهمة كل عامل من العوامل السابقة في تشكيل جوانبها المختلفة ، وتعتمد درجة ثبات هذه الخصائص وتغيرها في المقام الأول على مدى قوة تأثير العوامل المسببة لها واستمراريتها ، وعلى الرغم من أن دور كل عامل من العوامل السابقة ، يجب تحديده في كثير من الأحيان في عملية بناء الشخصية الحضرية للمدينة بدقة ووضوح ، إلا أن سيطرة خصائص معينة على شخصية المدينة وديمومتها تعكس قوة العامل أو العوامل المسببة لها ، وكما يقول أميريز جونز "إن كل مدينة ، ما هي إلا علم فرد في ذاته تتصف بشخصية معينة وتتميز بتاريخ خاص يطبعها بطابع معين ليجعلها مختلفة عن غيرها" (الجنابي ، 1984، ص111) . ومن هنا تأتي أهمية هذا البحث الذي يتضمن أولاً الأسس النظرية من حيث مشكلة البحث ومنطقته وأهدافه والدراسات السابقة ومنهجيته ، ثم العلاقة بين العامل الاجتماعي وتوزيع السكان والعمران في المدينة ، والعلاقة بين العامل الاجتماعي والتركيب الداخلي للمدينة ومورفولوجيتها ومن ثم الخلاصة والنتائج .

1- أهداف البحث:

تهدف هذه الدراسة إلى :

- أ- عرض دور العامل الاجتماعي وبيانه في تحديد ملامح الشخصية الحضرية المعاصرة لمدينة حماة .
- ب- تحليل كيفية تأثير هذا العامل وتوضيحه في توزيع السكان والعمران في المدينة .
- ت- إظهار دور العامل الاجتماعي في تكوين التركيب الداخلي للمدينة ومورفولوجيتها بما يفيد جميع نشاطات التخطيط الحضري في المدينة ويخدمه ، سواء أكان ذلك في الحاضر أم المستقبل.

2- منهجية البحث:

تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي هو الأسلوب المتبع في هذه الدراسة ، والمنهج الاحصائي من خلال جمع البيانات عن أعداد السكان والمسكن ، ومساحة المدينة ، ومراحل نموها العمراني في الفترات الزمنية المختلفة ، وتمت الاستفادة من الملاحظة الميدانية في تحديد السمات والخصائص الاجتماعية والتوسع العمراني ، إلى جانب قراءة الخريطة الطبوغرافية للمدينة وتحليلها لتحديد مناطق الاستيطان ، واتجاهات النمو الحضري ، مع مراجعة ما كتب من دراسات وأبحاث عن المدينة وقراءتها في ميادين وحقول علمية مختلفة لخصر السمات الاجتماعية العامة لها ، ومن ثم تفسير ذلك وربطه بواقع المدينة الحالي وشخصيتها الحضرية .

3- مفاهيم الدراسة:

1. العامل الاجتماعي : ويقصد به طبيعة التركيب والبنية الاجتماعية وخصائصها ، بما تشمله من علاقات وروابط اجتماعية وأنماط عائلية وضوابط اجتماعية.
2. مورفولوجية المدينة : هي الشكل الخارجي والمشهد الحضري العام للمدينة.

3. نمط الحياة التقليدي : هو ذلك النمط الذي تسيطر فيه علاقات القرى والأصل وروابط الدم ، وتبرز فيه العادات والتقاليد والقيم بوصفها ضوابط اجتماعية ، ويعمل فيه معظم السكان في الزراعة والرعي ، ويقتصر فيه مفهوم الانتاج على إشباع الحاجة والاكتفاء الذاتي.

4. التنمية المستدامة : هي ذلك النوع من التنمية الذي يعمل على تحسين الجوانب الاقتصادية للسكان في المناطق الحضرية ، وفي الوقت نفسه يأخذ بالحسبان المحافظة على الموارد الطبيعية المحلية من الهدر والإسراف من منطلق أن هذه الموارد ليست ملكاً للأجيال الحاضرة بل وللأجيال القادمة أيضاً.

4- الدراسات السابقة:

فيما يلي استعراض موجز لأهم الدراسات التي تمت الاستفادة منها في إعداد هذه الدراسة:

1- نشر الباحث سيد توني دراسته بعنوان "التخطيط للانتماء للجماعة والمكان - مدخل عمراني" عام (1989)، وتناول فيها بالتحليل عدداً من العوامل الاجتماعية والثقافية التي تساهم إسهاماً مباشراً في تشكيل المناطق العمرانية، ورسم ملامح شخصيتها الرئيسية، وبينت الدراسة أن العوامل الاجتماعية والثقافية تفرض محددات وضوابط تعمل مجتمعة على تكريس مشاعر الانتماء والارتباط بالجماعة والمكان، وبالتالي تؤدي دوراً واضحاً في التنظيم المكاني للعمران والتوزيع الجغرافي للسكان في البيئة الحضرية.

2- دراسة "عن الثقافة والعمارة - مطارحات" في عام (1988)، وركز خلالها الباحث سيد توني على التراث المعماري والعمراني وكيفية الاستفادة من ثوابته وما يحويه من مفاهيم قد تساعد السكان المحليين في الحاضر على اكتشاف الصيغ المناسبة والمثلى التي تمكنهم من تشكيل بيئتهم الحضرية بصورة مرغوب فيها ومطلوبة، وتمكنهم من حماية خصوصية ثقافتهم ونتائجها.

3- كتاب "جغرافية حماة" تناول فيه الباحثان علي موسى ومحمد حربة محافظة حماة دراسة جغرافية وتاريخية وبشرية بشكل كامل ونشر الكتاب في عام (1985)، ودرسا مدينة حماة وتطورها السكاني والعمراني ، وأبرزوا نمط التوزيع المكاني للسكان، والأنشطة الاقتصادية السائدة في المدينة ، وتطرقت لبعض العوامل التي ساهمت إسهاماً فعالاً في تشكيل البيئة الحضرية للمدينة وبناء شخصيتها.

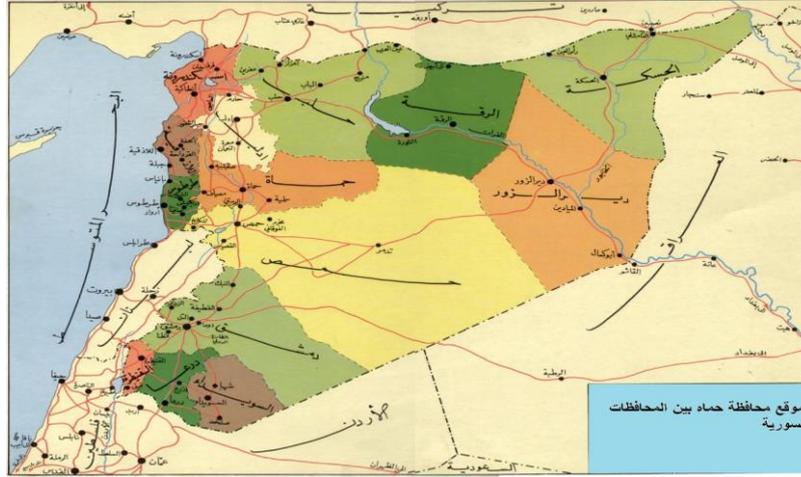
5- مشكلة البحث:

تكمن مشكلة البحث في عدم وضوح العلاقة بين العامل الاجتماعي وملامح التحضر والتطور الحضاري المعاصر لشخصية مدينة حماة ، وعدم تبيان أثر ذلك في التوزيع الجغرافي للسكان والعمران ، وكذلك غياب البحث في تأثير ذلك على التركيب الداخلي للمدينة ومورفولوجيتها ، فيما يتعلق بالتوسع السكني بكل أنواعه واتجاهاته .

6- منطقة الدراسة:

تقع محافظة حماة على بعد 209 كم إلى الشمال من محافظة دمشق ، و150 كم إلى جنوب محافظة حلب وتبعد عن الساحل السوري 120 كم ، يحد محافظة حماة من الشمال محافظتي حلب وإدلب ومن الشرق والجنوب محافظة حمص ومن الغرب محافظتي طرطوس واللاذقية . تقسم محافظة حماة لخمس مناطق وهي منطقة حماة ، منطقة السلمية ، منطقة مصياف ، منطقة السقيلية ومنطقة محرمة . تقع مدينة حماة في وسط المحافظة وتضم المدينة 40 حي ، ممتدة على جانبي نهر العاصي . فلكياً تقع مدينة حماة عند دائرة عرض 35 نحو الشمال وخط الطول 62 نحو الشرق . وترقد المدينة الرئيسية ضمن وهدة منخفضة، متوسط ارتفاعها عن سطح البحر 270م تقريباً، تحيط بها هضاب من الأطراف ، وارتقت مساكن

المدينة الحديثة أطراف تلك الهضاب وعلى جانبي نهر العاصي (الصابوني، 2014م، ص41). ولموقع مدينة حماة على نهر العاصي أهمية كبرى، فهي تحتضن نهر العاصي من جانبيه مرتبطة به ومرتبطة بها، مما دفعها إلى توزيع مياهه بواسطة النواعير لري بساتينها على جانبيه، ولتأمين المياه الضرورية لبيوتها وحماماتها وخاناتها، كما أنها المعبر لمن يريد أن يتنقل في أرجاء سورية من أي جهة كانت، وموقعها على الطرف الغربي للبادية السورية جعل منها سوقاً رئيساً لمنتجات البادية. ويوضح ذلك المصور رقم (1).



المصور رقم (1) موقع محافظة حماة الجغرافي بالنسبة للجمهورية العربية السورية

1 العلاقة بين العامل الاجتماعي وتوزع السكان والعمران في المدينة:

ساهمت مجموعة من العوامل الطبيعية والبشرية في تزايد أعداد السكان في المدينة عبر تاريخها الطويل، فقد وفرت خصائص موقع المدينة وموضعها الجغرافيين أجواءً مناسبة للاستيطان البشري فيها، وعملت هذه الخصائص كعوامل جذب لسكان المناطق المجاورة والبعيدة، وشجعتهم على الاستقرار في المدينة، فقد كان لموقع المدينة على طرق التجارة الرئيسية، وبين أقاليم متباينة في نشاطها الاقتصادي الأثر الأكبر في جعلها مقصداً للتجار من مختلف مناطق الجمهورية، ووفرت الهضاب المحيطة بالمدينة بغاباتها التي تحجبها عن أنظار الغزاة عامل الحماية للسكان في العصور القديمة. وكذلك ساهم مناخ المدينة المعتدل ووفرة التربة الخصبة في المرتفعات والأودية المحيطة بها، وتوافر المياه – سواء أكانت مياه نهر العاصي أم مياه الأمطار أم مياه الينابيع الطبيعية – بالنصيب الأكبر في زيادة هجرة السكان من مناطق مختلفة إلى المدينة والاستقرار فيها. (Al-Hanadasa, 1981, p.3).

ولا يُنسى عامل الزيادة الطبيعية، والهجرات القسرية لأبناء الدول المجاورة سواء لبنان أو فلسطين اللذين كان لهما بالغ الأثر في ازدياد أعداد السكان ونموهم في المدينة. حيث شهدت مدينة حماة تطوراً سكانياً ملحوظاً مع الزمن فقد بلغ عدد سكان المدينة في عام 1994م (342330) نسمة وبلغ معدل الزيادة الطبيعية إلى 2.2% وقد وصل عدد السكان في عام 2004م (354714) نسمة وبلغ معدل الزيادة الطبيعية إلى 2.8% وقد وصل عدد السكان في عام 2010م إلى (355906) نسمة وبلغ معدل الزيادة السكانية 2.4% وسبب هذه الزيادة في عدد السكان هو زيادة الولادات وارتفاع مستوى الوعي الصحي لدى السكان وتحسن مستوى المعيشة. (المكتب المركزي للإحصاء). ويوضح ذلك الجدول رقم (1).

جدول رقم (1) تطور أعداد السكان والمسكن في مدينة حماة

السنة	عدد السكان	عدد المساكن	معدل الزيادة السكانية
1994م	342330	32645	%2.2
2004م	354714	68629	%2.8
2010م	355906	76695	%2.4

المصدر: عمل الباحثة عن المكتب المركزي للإحصاء ، تعدادات السكان والمسكن

تطلبت هذه الزيادة السكانية التوسع في مساحة المدينة ، حيث يتوزع السكان على جانبي نهر العاصي ، ويلاحظ انتشار السكان في القسم الغربي من النهر ويعود ذلك إلى كون القسم الغربي من المدينة من أقدم مناطق السكن في مدينة حماة ، ومن هذه المنطقة بدأ التوسع باتجاه الاطراف وأكبر عدد للسكان يوجد الآن في حي الرياضي ويليه حي غرناطة ثم حي الشهباء وحي الفيحاء كما بني حي النصر حديثاً لاستيعاب أعداد السكان المتزايدة (المكتب المركزي للإحصاء).

هذا التزايد السكاني في مدينة حماة أدى إلى نموها وتوسعها عمرانياً توسعاً ملحوظاً . وقطعت المدينة أشواطاً كبيرة من التقدم والازدهار في مجالات تطوير الحركة العمرانية ، وتحسين المستوى الخدمي والاجتماعي للمواطنين و توفير المساكن الصحية ، وتحسين قطاع المرافق العامة ، وتنفيذ العديد من المشروعات الحيوية في مجالات الطرق والإنارة والنظافة وزراعة الحدائق ورعايتها ، ودراسة وإنجاز المخططات التنظيمية لمدينة حماة وتوسيعها بغية استيعاب مشاريع السكن ، إضافة إلى إنشاء العديد من المنشآت الرياضية الكبيرة.

فالمساحة الكلية للمدينة تتزايد وتنمو باستمرار ، ولطالما كان العمران يمتد وينتشر باستمرار خارج حدود المخطط التنظيمي على شكل سكن عشوائي نظراً للتزايد في أعداد سكان المدينة ، وكان بالمقابل سكان المناطق الواقعة خارج تلك الحدود ، ويطالبون المجلس البلدي بتزويدهم بالخدمات الأساسية ، ولأن البلدية لا تستطيع القيام بذلك خارج حدودها ، فقد اضطر المجلس البلدي وتحت إلحاح وضغط سكان هذه المناطق إلى زيادة مساحة المدينة الكلية عدة مرات (مجلس مدينة حماة). ويوضح ذلك الجدول رقم (2).

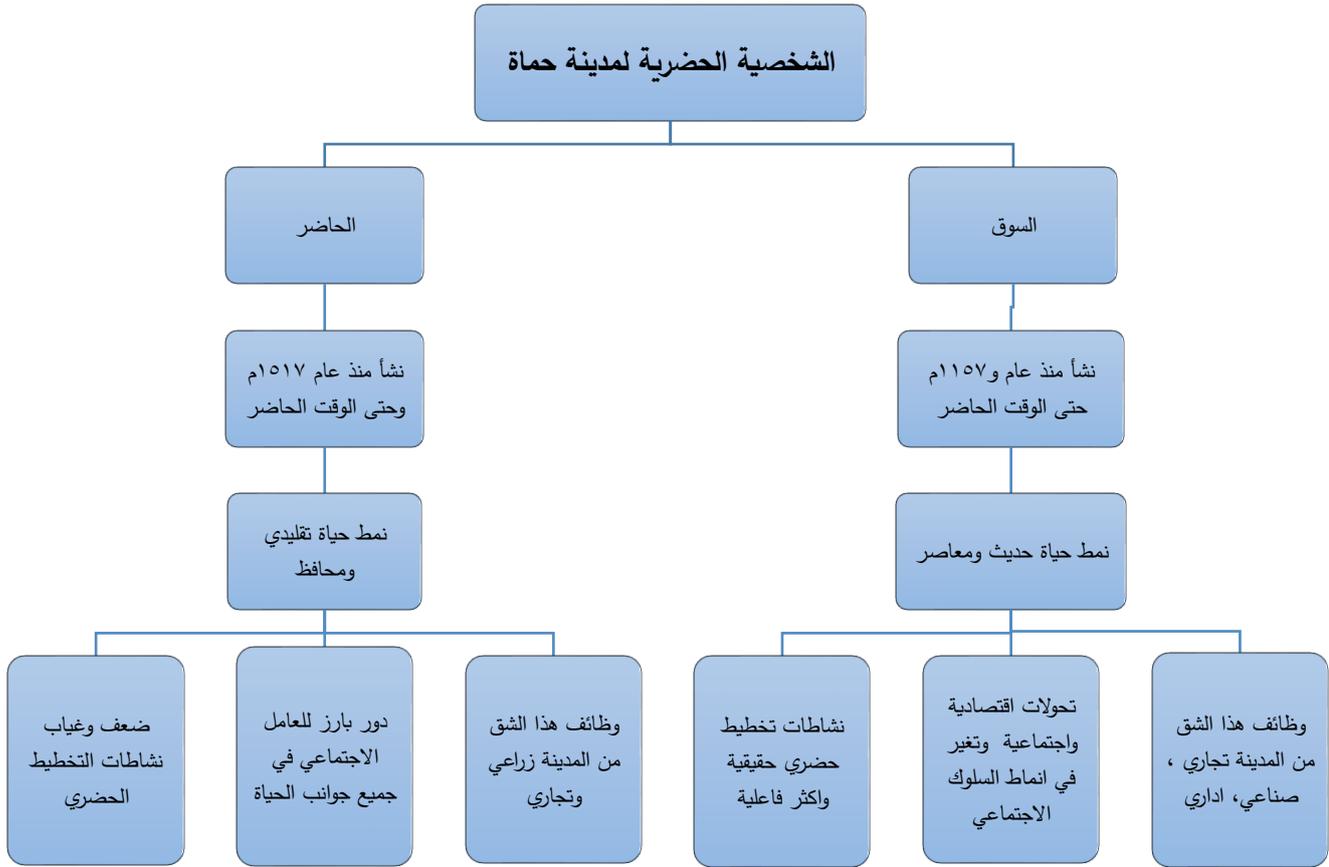
الجدول رقم(2) مؤشرات تطور مدينة حماة بين عامي 1994 و 2010م

المؤشر	1994م	2004م	2010م
مساحة المدينة	٢ كم 34	٢ كم 71.8	٢ كم 90
المخططات الطبوغرافية	٢ كم 54	٢ كم 82.7	٢ كم 100
المخططات التنظيمية	٢ كم 54	٢ كم 62.1	٢ كم 64.3
مساحة الطرق	٢ م 5203459	٢ م 6519729	٢ م 7056000
المساحة الكلية للحدائق	1227 دونم	1970 دونم	2670 دونم
طول شبكة الصرف الصحي	187 كم	350 كم	475 كم

المصدر: عمل الباحثة عن مجلس بلدية حماة.

يجتاز نهر العاصي مدينة حماة قاسماً إياها إلى قسمين : هما السوق جنوب وغرب العاصي والحاضر شمال وشرق العاصي . ويتصل الحاضر بالسوق بخمسة جسور مقامة على النهر هي : جسر باب النهر ، جسر الهوى أو الجسر الكبير ، وجسر بيت الشيخ جسر السرايا أو ما يسمى الجسر الأفضل ، وجسر السرايا أو ما يسمى سابقاً جسر المراكب ، وجسر العبيسي ، بالإضافة إلى جسر سادس هو جسر السلمية (موسى و حربة ، 1985م ، ص 264).

والواقع أن زيادة مساحة المدينة الكلية عدة مرات وبالذات في السنوات الأخيرة لم يكن نتيجة للزيادة في أعداد سكانها فقط ، بل كان وليداً للتحويلات الاقتصادية والاجتماعية أيضاً ، وهي التي عاشتها المدينة منذ مطلع سبعينيات القرن العشرين مثل باقي مدن الجمهورية العربية السورية ، وما رافق هذه التحويلات من تغيرات مهنية أدت إلى تحسن في مستويات دخل الأفراد ومستويات معيشتهم ، وتغير في وظائف المدينة وأنماط استعمال الأرض ، وتطور نظم العمران والبناء فيها . بالإضافة إلى الأخذ بالتخطيط الحضري تخطيطاً فاعلاً ومؤثراً في إدارة شؤون المدينة وتطويرها ، وقد أدت هذه العوامل مجتمعة إلى إيجاد أنماط جديدة من السلوك الاجتماعي والقناعات الاجتماعية ، وأحدث تغييراً نسبياً في نظام العادات والتقاليد القائم ، بشكل انعكس على تغير في نظرة السكان للحياة ، وأكسب المدينة ملامح وسمات عمرانية وحضرية جديدة ، مما يدفع إلى القول: إن المدينة شخصيتين حضريتين مختلفتين في خصائصها العمرانية والمعمارية ، وبناء على ذلك يمكن تقسيم المدينة إلى قسمين رئيسيين كالتالي ويوضح ذلك الشكل رقم (1):



شكل رقم (1): بعض العوامل المسؤولة عن ازدواجية الشخصية الحضرية لمدينة حماة

المصدر: عمل الباحثة.

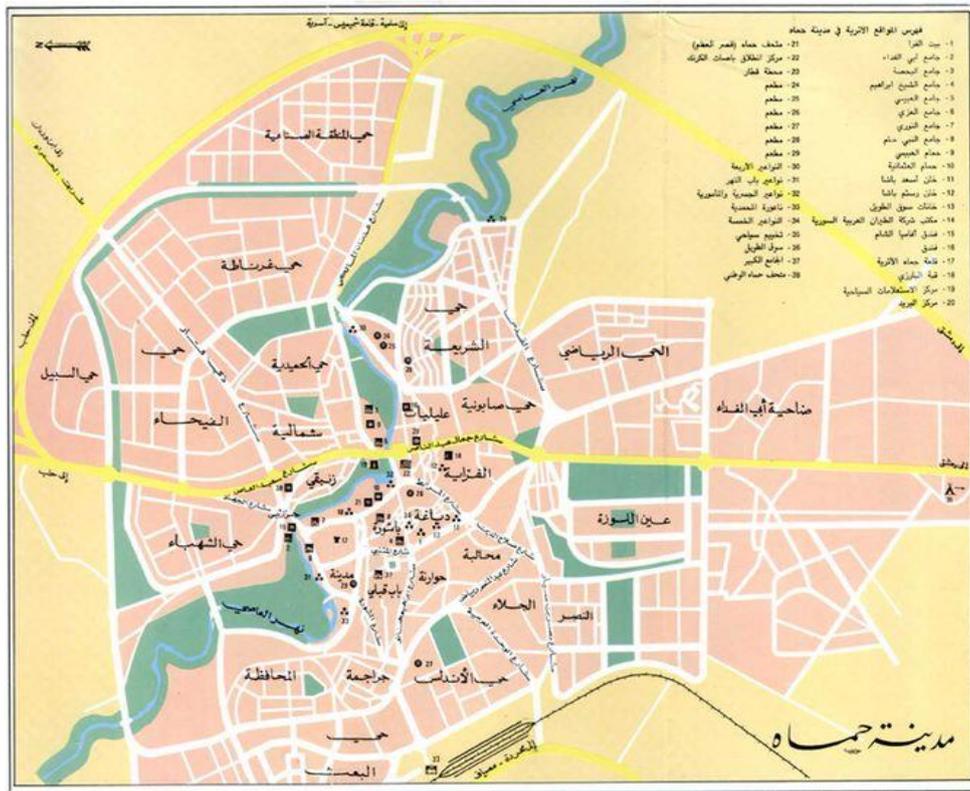
أ) السوق:

يتكون هذا الجزء من جميع الأراضي الواقعة جنوب وغرب نهر العاصي ، والأحياء التي نشأت وظهرت في هذا القسم من المدينة يعود إلى الهزة الأرضية التي حدثت في القرن الثاني عشر للميلاد (1157م) ، والتي هدمت قسماً كبيراً من المدينة، فانتقل قسم من سكانها إلى الجهة الشمالية الغربية والتي تحمل اليوم اسم حي المدينة . كما انتقل قسم آخر إلى الجهة الشمالية الشرقية للقلعة - التي تشكل نواة مدينة حماة - حيث الحي الذي يحمل حالياً اسم حي باب الجسر . وكان هذين الحيين يتصلان ببعضهما بواسطة طريق يقع إلى الشمال من القلعة . وكان السوق الرئيسي في ذلك الوقت يقع في حي المدينة . وقد تطور هذه القسم من المدينة في ظل نمط حياة حديث ومعاصر ونشاطات تخطيط حضري حقيقية وأكثر فاعلية ، كان فيه للعامل الاجتماعي الدور البارز في كل جوانب الحياة الحضرية . فإن المنطقة الشرقية من نهر العاصي فقد بقيت غير مأهولة لمدة طويلة . وكان لتقلات السكان المتتابعة نحو حماة إثر الحوادث التاريخية المختلفة ، وزيادة السكان الطبيعية ، أن حدث امتداد للمدينة نحو الجهة الجنوبية الغربية على ضفة النهر الغربية ، فتشكل القسم المعروف حالياً باسم السوق . كما تشكلت مع الزمن بعض التجمعات السكنية في أماكن معينة وذلك تبعاً لطبيعة الأرض ، وإمكانات الري ، والتزود بالماء

ووجود الطرق الرئيسية المؤدية إليها . وفي البداية توسعت هذه التجمعات السكانية بالمساكن تدريجياً مع تجنب الأماكن المنخفضة المعرضة لطوفان النهر في الشتاء (المرجع السابق ، ص231-233).

(ب) الحاضر:

يشمل هذا القسم الأراضي الواقعة شمال وشرق نهر العاصي ، نشأ هذا القسم من المدينة في مطلع القرن السادس عشر الميلادي (1515-1517م) حيث اقتضت أسباب استراتيجية إلى تحويل طريق دمشق - حلب عن شيزر وجعله يمر بين القلعة والنهر ضمن حي الباشورة مجتازاً العاصي عبر جسر الهوى . وقد نما في هذه الفترة جسر الباشورة في الجهة الشمالية الشرقية من القلعة حول الجسر وعلى ضفتي النهر ، كما نما أيضاً حي باب الجسر على الضفة العاصي الأخرى (الضفة الشرقية) ، حيث أنشئ سوق ثان يرتاده أهل البادية عرف باسم الحاضر . وعرف بهذا الاسم نسبة لكونه المكان الذي يتحضر منه البدو ، أي يتزودون منه . ولاحقاً أصبح القسم الشرقي من حي الجسر والواقع في الجهة الشرقية من العاصي يجتذب سكان أرياف المنطقة الشرقية ولاسيما البدو . وقد نجم عن هذه الوظيفة التجارية لهذا الحي أن أخذ يمتد ويتوسع ليفي بحاجات جميع رواده من ريفيين وبدو الذين أثر بعضهم البقاء والاستيطان ، مما ساعد على سرعة نمو المساكن شرقي العاصي (المرجع السابق ، ص233-234).



المصور رقم (2) أحياء مدينة حماة

يمكن اعتبار المدينة المعمورة بشكل دائري وسطها الساحة العامة الواقعة أمام جسر السرايا (ساحة العاصي) ، فالمتتبع لتاريخ مدينة حماة يجد أن مخطط المدينة تأثر بمجرى نهر العاصي والهضاب التي تحيط بحوض المدينة في الجهة الجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية . وإن المدينة في البدء كانت تتألف من بناء مرتفع حيث توجد قلعة حماة ومن تجمع غير منتظم

للمساكن الكائنة في أسفل هذا المرتفع ، فقد كانت هذه المنطقة هي البقعة التي بدأ فيها الاستيطان وانطلق منها التوسع العمراني للمدينة . فالطرق الرئيسية الخمسة لحماية تكونت نتيجة لاتصالها بالمدن المجاورة ، فهي امتداد الطرق الكبرى التي تصل المدن المجاورة بحماة . وإن الطرق الفرعية داخل الأحياء (الأزقة) تم وضعها حسب الحاجة فقط وبدون تخطيط عمراني حديث ، فكانت وفق طبيعة الأرض وحدود الملكيات ، و توصف بكونها ضيقة ومتعرجة وتمر بين الأبنية والأسواق . وبصورة عامة فإن المساكن والمباني الأخرى كانت تبنى على طول الطرق الرئيسية فوق أراض واسعة ، بحيث يشغل البناء جزءاً منها والجزء الباقي وهو الأكبر عبارة عن فسحة يزرع جزءاً منها . إلا أنه مع ازدياد أفراد الأسرة قسمت الأراضي وشيدت عليها البيوت لفروع الأسر الجديدة ، وهكذا نشأت أحياء جديدة تحمل تارة اسم المنطقة (بين الحيرين) وتارة أخرى اسم العائلة (الأميرية) (موسى وحرية ، مرجع سابق ، ص237) .

2) العلاقة بين العامل الاجتماعي والتركييب الداخلي للمدينة:

أ) السوق:

جاء تركيب منطقة السوق متماثياً مع النمط الإسلامي في بناء المدن ، إذ تتواجد ساحة العاصي في مركز المدينة في منطقة السوق ، وعلى امتدادها باتجاه الغرب تنتشر المحلات والأسواق التجارية بمختلف أنواعها . حيث تشمل منطقة السوق تواجد معظم الدوائر الرسمية والأسواق الرئيسية والمؤسسات العامة والخاصة .

ويلاحظ في قسم السوق أنه قد تأثر امتداد الطرق بطبيعة الأرض من جهة وبالوظيفة التي للحى من جهة أخرى . ففي حي سوق الشجرة تتباعد الطرق باتجاهاتها ، وبالعكس في سوق الطويل ذي الشكل الطولاني حيث تشكل الطرق خطوطاً عمودية على محوره . وفي الأحياء التي بنيت فوق المنحدرات والهضاب كما في حي العليليات والمدينة ، فإن الطرق تشكل بصورة عامة ، دوائر تتبع من قريب أو بعيد مستوى الأرض (خطوط الارتفاع المتساوية) ، ومن هذه الدوائر تتشعب طرق مدرجة تربط منطقة السكن بالمناطق التجارية الواقعة في أسفل الهضاب الكائنة على طول طريق أعرض منها نسبياً . يتضمن حي السوق جميع درجات الطبقات الاجتماعية والاقتصادية ويبيد تنوعاً عجبياً في المساكن ، حيث ترتقي من المساكن القديمة البسيطة في الجهة الغربية والجنوبية الغربية إلى منازل غاية في الاناقة في الشريعة (موسى وحرية ، المرجع السابق ، ص246).

فقد تراجعت ظاهرة العائلات الممتدة ، وأصبح نمط العائلة النووية هو المسيطر نتيجة لتولد قناعات حب الاستقلال عند الأجيال الجديدة من الشباب ، والميل للإقامة في مساكن منفردة ومستقلة بعيداً عن بيت العائلة الكبيرة بعد الزواج ، وقد أدى هذه الوضع إلى تزايد الطلب على المساكن وبالتالي على الأراضي لأغراض السكن فظهرت الأحياء الجديدة ، وأخذت المدينة تنمو وتتسع أفقياً سريعاً بعد أن كان التوسع رأسياً في الماضي ، وانخفضت الكثافات السكانية والسكنية في الأحياء الجديدة ، إذ لا تتجاوز الكثافة السكانية في بعض الأحياء الحديثة 0.8 نسمة/دونم، في الوقت الذي لا تقل فيه عن 1.7 نسمة/دونم في أحياء المدينة القديمة وأصبحت المساكن أكثر اتساعاً ومساحةً ، إذ يصل متوسط مساحة المساكن إلى 200م²، أما نسبة المساكن الطابقية فقد تراجعت إلى أقل من النصف ، واستخدم في إنشاء المساكن مواد بناء متطورة وحديثة كالحديد والحجر الأبيض والاسمنت .

ونظراً لازدياد الطلب على الأراضي وارتفاع اسعارها ، أخذ العمران يقفز إلى أراضٍ ومناطق جديدة ذات أسعار معتدلة مخلفاً وراءه فراغات وأراضٍ غير مستغلة - بمعنى أن النمو العمراني يتم بطريقة القفز وبصورة سريعة - إذ تقام المساكن فوق الأراضي المستوية وشبه المستوية وتترك الأراضي السفحية والوعرة فارغة ، وقد عمل ذلك على ظهور المساكن الحديثة المبعثرة بشكل فردي وجماعي غير متصل قرب طرق المواصلات الرئيسية ، و فوق الأراضي الزراعية ، وفي الهضاب .

أصبحت أنماط استعمال الأرض أكثر وضوحاً بعد تطبيق نشاطات التخطيط الحضري ومعاييرها ، إذ برزت الوظيفة الترفيهية (الحدايق والمساحات الخضراء) في الأحياء الجديدة واضحة إلا أنها ليست كافية . ونتج عن امتداد المدينة وتوسعها على حساب الأراضي الزراعية ودخول مساحات زراعية كبيرة في التنظيم ، ونظراً لتراجع أهمية الأرض الاجتماعية والاقتصادية بسبب التحولات المهنية وانتقال كثير من السكان من العمل بالزراعة والتجارة إلى العمل في الوظائف العامة والخاصة ، الأمر الذي أدى إلى تفتتها إلى قطع صغيرة لأغراض الاستخدام السكني والتجاري مع ارتفاع ملحوظ في أسعارها . وليس هذا فحسب بل كان لامتداد المدينة إلى الأراضي الزراعية المستوية الأثر الكبير في تعدد النظم الحضرية الفرعية في المدينة ، إذ أصبحت المنظومة الحضرية الكلية للمدينة تشمل على منظومات فرعية (بيئات طبيعية) تختلف في خصائصها الطبيعية والاقتصادية ، الأمر الذي صعب من مهمة التخطيط الحضري ، لأن كل نظام فرعي من هذه النظم يحتاج لنشاطات وإجراءات تخطيط حضري تختلف عن النظم الأخرى . من جانب آخر : أدى تعدد النظم الحضرية واختلاف خصائصها بشكل حديث إلى ارتفاع كلفة نشاطات التخطيط الحضري ، وكلفة تزويدها بالخدمات المختلفة .

مما لاشك فيه أن الفعالية الاقتصادية التي تشكل مصدراً أساسياً لدخل سكان المدينة ، والتي لعبت دوراً كبيراً في تحديد نمط العمران . فسكان مدينة حماة كانوا سابقاً يعتمدون على نمط البناء القديم كونهم سابقاً كانوا يمتنون بأغلبهم مهنة الزراعة ويعتمدون عليها ، وكان نمط البناء القديم فيها لا يختلف كثيراً عما هو عليه في الريف باستثناء حجمه وشكله ، إلا أن النمط العمراني لمساكن العائلات المحدودة الدخل في المدينة يغلب عليها أن تكون بشكل البناء الحديث إضافة للبناء متعدد الطوابق المميز للمدن . والمادة الأساسية في البناء الحديث هي الاسمنت ، ونجد بعض الميسوري الحال في مدينة حماة يعتمدون على الحجارة الكلسية المشذبة أحسن تشذيب في البناء ، ومن الممكن تمييز هذه النماذج من البيوت الحديثة (مرجع سابق ، ص218) . فإن البيوت الحديثة أصبحت تطغى على المنظر العام ، ففي الأحياء الحديثة ذات نمط البناء الحديث ، أما يتخذ البناء شكل فيلا ، أو أبنية طابقية ، كما هو مشاهد بكثرة في أحياء الشريعة والبياض والعليليات . وتكون المادة المستخدمة في البناء إما من الحجارة الكلسية المنحوتة أو نصف المنحوتة في الأحياء القديمة أو من الحجارة الاسمنتية (بلوك) كما في معظم الأبنية التي تبنى حالياً ، مع وجود العديد من الأبنية التي تستخدم فيها الحجارة الكلسية المنحوتة بشكل جيد وحرفي بشكل مميز .

ب) الحاضر:

نواة منطقة الحاضر كانت بجوار جسر الهوى ، وتلا ذلك نشوء حي الشرقية وكان منفصلاً عن الحاضر . أعقبه حي بين الحيرين - وسمي بذلك لأنه يقع بين بساتين - كما بني بعد ذلك حي البارودية في أواخر القرن الخامس عشر الميلادي ، كما امتد العمران من هذا الحي نحو الشرق والشمال الشرقي حيث بني حي الشرقية العليا في القرن السادس عشر الميلادي ، ونحو الغرب انشئ حي الزنبقي في القرن السابع عشر الميلادي . وبعد هذا التاريخ أخذ العمران يتصل بحي بين الحيرين من جهة الشرق ، فأنشأت أحياء الشمالية والسخانة والعصيد . ثم أنشئ حي المناخ ، ثم امتد البناء نحو أقصى الشرق حيث اتصل العمران بحي الشرقية وامتد نحو البساتين فتشكل حي الحميدية ولاحقاً حي الاميرية (مرجع سابق ، ص234-235) . اقتصر نمو الأحياء في منطقة الحاضر العمراني قديماً على أراضي الهضاب والسفوح أو الأراضي التي لا تصلح بشكل عام للأغراض الزراعية ، وكان ذلك نابعاً من أهمية الأرض الزراعية وقيمتها اجتماعياً واقتصادياً باعتبار أن الزراعة في هذه الحقبة من حياة المدينة كانت تمثل النشاط الرئيس ويعمل بها غالبية السكان ، بالإضافة إلى ذلك كان التوسع العمراني بطيئاً ، ويتم وفق أسلوب الزحف دون أن يترك أراضي فارغة ، ويتجه نحو الأراضي الوعرة وغير الصالحة للزراعة . إن نمط الحياة التقليدي هذا بمحتواه وصيغته الاجتماعية المختلفة يعكس مدى بساطة النظرة للحياة عند السكان في الحاضر ، الذين كان جل اهتمامهم منصباً على العمل لامتلاك مسكن بسيط يأويهم ويحفظ لهم حيواناتهم وغلالهم . وقد تمثلت هذه

البساطة أيضاً في أنماط استعمال الأرض في المدينة القديمة التي تكاد تخلو مثلاً من استعمال الأرض الترفيهي كالمنتزهات والمسطحات الخضراء والحدايق . بالإضافة إلى أن استعمال الأرض الأخرى - كالاستعمال السكني ، والحرفي، والتجاري - احتلت مساحات صغيرة نسبياً ، وجاءت عشوائية وكثيفة ومتداخلة ببعضها البعض تداخلاً يصعب معه تجديد أنماط استعمال الأرض القائمة ، فلم يكن هناك وجود للوظيفة السكنية المتكاملة ، فمثلاً جاءت الطوابق الأرضية في مركز المدينة القديمة تجارية الاستعمال ، بينما أخذت الطوابق العليا الوظيفة السكنية.

وقد ساهمت كثافة الاستعمال للأرض وعدم توافر أرض فارغة في التقليل إلى حد ما من كلفة التزويد بالخدمات ، وإن كانت هذه الكثافة في الاستعمال قد عملت من جانب آخر على الحيولة دون إقامة بعض الخدمات والمرافق في أنحاء المدينة المختلفة ، وذلك نظراً لعدم توافر المساحات الأرضية اللازمة لذلك.

وقد تطور هذا الجزء من المدينة خلال هذه المراحل في ظل نمط حياة تقليدي ، كان فيه للعامل الاجتماعي الدور البارز في كل جوانب الحياة الحضرية ، وغاب فيه دور التخطيط الحضري غياباً ملحوظاً . ورغم أن توزيع السكان والعمران في منطقة الحاضر قديماً قد تأثر بعوامل القرابة والنسب ، والأصل أو بلد المنشأ للمهاجرين القادمين للمدينة ، إلا أن هذه العوامل قد عملت مجتمعة على إيجاد متجاورات سكنية اجتماعية مترابطة ومتقاربة مكانياً ، الأمر الذي أدى إلى نشوء شبكة علاقات اجتماعية متينة تربط الأفراد والجماعات وتقوم على أساس التكافل والتعاون في مواجهة المشكلات والتحديات مثل : تعاون الأسر مع بعضها البعض في مراحل العمل بشتى أنواعه المختلفة ، وكذلك الوقوف جنباً إلى جنب في وجه عمليات الغزو الخارجي ، ومساعدة بعضهم البعض مادياً ومعنوياً في كل شأن من شؤون حياتهم . وقد أدى ذلك كله إلى خلق مجتمع متجانس نسبياً ، وحال دون ظهور فوارق اقتصادية واجتماعية بين السكان ودون فرز مكاني واضح لطبقات وأحياء فقيرة وأخرى غنية .

وإذا كان الحاضر يتصف بنمط بنائه القديم ودخل سكانه المنخفض نسبياً مقارنة بسكان منطقة السوق ، فإنه يُلاحظ أن المساكن القديمة في أحياء منطقة الحاضر متلاصقة ببعضها البعض ، دون وجود ارتدادات أو فراغات بينها للتهوية أو الإضاءة ودون أن يفصل بين سطوحها فاصل ، واستخدم في إنشاء هذه المساكن مواد محلية تستخرج من محاجر داخل المدينة ومحيطها ، وتميزت المساكن بصغر مساحتها التي تصل في المتوسط إلى 100م²، وجاءت متداخلة ببعضها البعض عشوائياً وبكثافات عالية ، وارتفعت لاحقاً نسبة المساكن الطابقية لتصل إلى 70%، بمعنى أن التوسع العمراني في الحاضر كان في الغالب رأسياً ، والسبب في انتشار هذه الظاهرة ارتبط بسيادة نمط العائلة الممتدة ، إذ كان الأبناء يميلون إلى البقاء في بيت العائلة بعد الزواج كما تقتضي العادات والتقاليد . ونماذج بيوت السكن في الحاضر تختلف بين الأحياء القديمة والأحياء الجديدة . ففي الأحياء القديمة تحكمت الظروف الاجتماعية والمناخية في نماذج البيوت السكنية ، وقد بنيت تلك البيوت على أساس ترك فحة داخلية في الوسط تنتشر حولها الغرف السكنية . وهذا النمط يوجد بكثرة في الأحياء القديمة في الحاضر . وهناك نمط آخر من البيوت يتألف من طابقين - مع فحة صغيرة في الوسط لدخول أشعة الشمس - أحدهما أرضي ، والآخر فوقه ملحوق به يتم الصعود إليه بواسطة سلالم داخلية (درج) . أما البيوت الحديثة فهي تأخذ إما شكل الأبنية الطابقية أو البناء المتعدد الطوابق العائد للأسرة نفسها ، كما هو مشاهد بكثرة في حي غرناطة . يلاحظ بشكل واضح بأن المادة المستخدمة في البناء إما من الحجارة الكلسية المنحوتة أو نصف المنحوتة في الأحياء القديمة أو من الحجارة الاسمنتية (بلوك) كما في معظم الأبنية . وحول ما يخص الخصائص الاجتماعية للتركيب الداخلي للمدينة والنمو العمراني فإنه تم توضيحه ويظهر في الجدول رقم (3).

جدول رقم (3) : المحتوى الاجتماعي لخصائص التركيب الداخلي والنمو العمراني في مدينة حماة

المحتوى الاجتماعي	خصائص التركيب الداخلي لمدينة حماة				أقسام المدينة
	خصائص النمو العمراني	خصائص أنماط استخدام الأرض	خصائص الأحياء	خصائص المسكن	
نمط العائلة النووية. تراجع القيمة الاجتماعية للأرض وازدیاد قيمتها كسلعة. انتشار افكار ومفاهيم الحداثة والعصرنة وانعكاسها على الجوانب العمرانية والمعمارية في المدينة.	توسع عمراني أفقي. توسع سريع. ينمو العمران بطريقة القفز. التنظيم المكاني للعمران من مسؤولية التخطيط الحضري.	منظمة وواضحة. متكاملة. هناك وظيفة ترفيهية.	متباعدة مكانياً. غير متصلة ببعضها. منتشرة بشكل مبعثر. تقوم فوق الهضاب و فوق أراض زراعية.	بيوت متباعدة. مساحات متوسطة وكبيرة. كثافة سكانية منخفضة. نسبة طابقية منخفضة. مواد بناء مستوردة.	السوق
سيادة نمط العائلة الممتدة. انتماء قوي للعائلة أو المكان. المحافظة على الطابع الاجتماعي والتقليدي. قيمة اجتماعية عالية للأرض. التكافل والتعاون في مواجهة المخاطر. استغلال موارد البيئة المحلية. إلغاء اعتبارات الفقر والغنى والحيلولة دون وجود فرز واضح لأحياء غنية وأخرى فقيرة ضمان أمن وحماية السكان	توسع عمراني رأسي. توسع بطيء توسع عمراني باتجاه الاراضي الوعرة. تنمو المنطقة بطريقة الزحف العمراني. التنظيم المكاني للعمران من مسؤولية العائلة أو الاسرة الواحدة.	متداخلة وعشوائية. كثيفة الاستعمال. غير منظمة. لا وجود للوظيفة السكنية المتكاملة. لا وجود للوظيفة الترفيهية.	متقاربة مكانياً. متصلة ببعضها البعض. عشوائية التنظيم. تقوم فوق أراضي الهضاب الوعرة.	بيوت متلاصقة. صغيرة ومتوسطة المساحة. كثافة سكانية عالية. نسبة طابقية عالية. مواد بناء محلية.	الحاضر

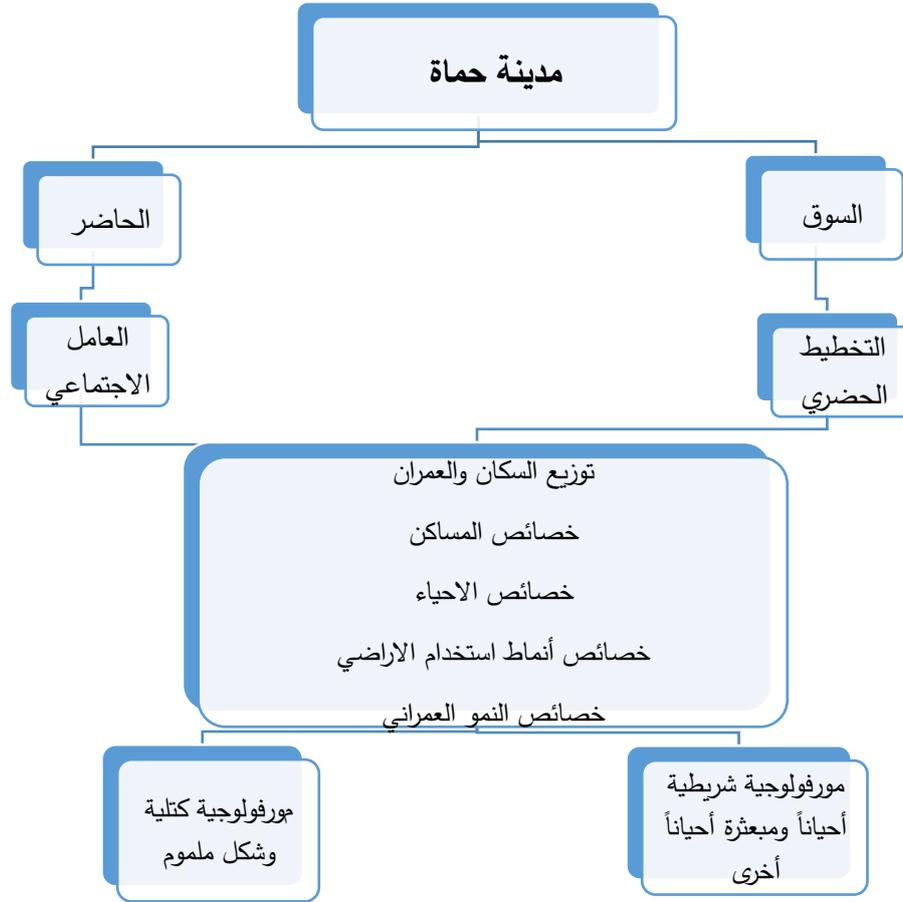
المصدر: عمل الباحثة

3) العلاقة بين العامل الاجتماعي ومورفولوجية المدينة:

تعد مورفولوجية المدينة محصلة لجميع التفاعلات الحضرية بما تشمله من عناصر وعمليات وعلاقات ، وهذه جميعاً تتضافر مع بعضها البعض لتشكل مجتمعة المشهد الحضري العام للمدينة أو الشكل الخارجي للمدينة ، فقد جاءت مورفولوجية حماة القديمة انعكاساً للخصائص العمرانية والمعمارية التي جسدها نمط الحياة التقليدي المحافظ بمحتواه وصيغته الاجتماعية المختلفة ، فقد أخذت المدينة القديمة شكلاً ومشهداً حضرياً ملموساً وكتلياً مميزاً ، يحتل حيزاً متواضعاً من الأرض المنحدرة على امتداد الهضاب نحو الوهدة التي تتربع فيها المدينة ، حيث يتجمع العمران والسكان قرب بعضهم البعض .

وقد نمت المدينة على شكل حلقات من القديم إلى الحديث ، وببطء يمكن ملاحظته من خلال التطور في مساحات المدينة عبر مراحل نموها المختلفة ، وبهذا الصدد يقول الحيارى " لقد كان للرغبات الفردية والجماعية النابعة من القيم الاجتماعية السائدة أثرها في المحافظة على كتل العمران من ناحية ، وعلى المحافظة على طابع المدينة الإسلامي من ناحية أخرى ، إذ لعبت دوراً في اتجاه الامتداد العمراني " (الحيارى ، 1996م، ص50).

ونشهد في المراحل اللاحقة وبالأخص في قسم السوق من المدينة أن أحياء هذا القسم جاءت مورفولوجيتها انعكاساً للخصائص العمرانية فيها أيضاً ، حيث جمعت المدينة بين الشكل الحضري الشريطي : وفيه تقوم المساكن على جانبي طرق المواصلات ، والشكل المبعثر الذي تنتشر فيه المساكن في نمط غير متصل على الهضاب وفي بطون الأودية وعلى الأراضي الزراعية المستوية التي تراجعت قيمتها الاجتماعية ، وضعفت أهميتها بوصفها مورداً إنتاجياً ، وبقي الاهتمام منصباً عليها بوصفها سلعة يمكن الاتجار بها . ويوضح ذلك الشكل رقم (2).



شكل رقم (2) مورفولوجية مدينة حماة

المصدر: عمل الباحثة.

7- الخلاصة والاستنتاجات:

يبدو جلياً مما تقدم الأثر الواضح للعامل الاجتماعي في فرز ملامح حضرية مميزة لمدينة حماة في أحياء منطقة الحاضر، والتي ما زالت مسيطرة وقائمة حتى وقتنا الحاضر، أما أحياء منطقة السوق فيظهر فيها تغير ملموس في دور العامل الاجتماعي في إبراز ملامح شخصيتها الحضرية، إذ كان للتحويلات الاقتصادية والاجتماعية التي عاشتها المدينة بالإضافة إلى أن نشاطات التخطيط الحضري الفاعلة كان لها دور كبير في الحد من تأثير العامل الاجتماعي، الذي أثر إيجابياً من ناحية عمرانية ومعمارية في الشخصية الحضرية للمدينة، وأضفى عليها ملامح رئيسة لها من البساطة أن تتمتع بها أي مدينة - على الأقل من منظور التنمية الحضرية والتخطيط الحضري - فقد أكسب هذا العامل النمط التنموي في المدينة خصائص التنمية الحضرية المستدامة بمفهومها ومحتواها المعاصرين، والتي يسعى التخطيط الحضري في عصرنا الحاضر بجهود وموازنات مالية كبيرة لتوافرها في كثير من المدن، أما أهم هذه الخصائص فيمكن تلخيصها بما يلي:

❖ أضفى العامل الاجتماعي على مدينة حماة بشقيها السوق والحاضر قديماً طابع التجانس الاجتماعي والاقتصادي والعمراني، فالأسرة في هذا الإطار لم تكن مجرد وحدة اجتماعية وإنما وحدة اقتصادية متكاتفة ومتكاملة، وكان

لها الدور الأساسي ليس فقط في عملية التنظيم الاجتماعي وإنما في كونها وحدة اقتصادية كذلك . حيث أثرت في التنظيم المكاني لل عمران الحضري ، وبأسلوب حال دون ظهور الفوارق الاقتصادية والاجتماعية بين السكان، فقد ساهمت الأسرة في إلغاء اعتبارات الفقر والغنى وحالت دون وجود فرز مكاني واضح لطبقات وأحياء غنية وأخرى فقيرة.

❖ ساهم العامل الاجتماعي في تعزيز مبدأ الاعتماد على النفس من خلال استغلال الموارد الطبيعية المحلية استغلالاً فعالاً ، إذ استخدم في بناء المساكن - في حماة القديمة بشقيها السوق والحاضر- مواد بناء محلية تمثلت في الحجر الذي كان يستخرج من محاجر داخل المدينة وفي محيطها وبالأخص حجر البازلت والصوان ، وهذا الوضع ينسجم مع مبدأ رئيس من مبادئ التنمية الحضرية المستدامة وهو مبدأ الاستغلال الفاعل والعقلاني للموارد المحلية بدل استيرادها من الخارج .

❖ كان للعامل الاجتماعي دور واضح في إيجاد مدينة بمورفولوجية كتلية ملمومة تتقارب فيها المساكن الصغيرة بطوبقيها المتعددة وتتصل فيها الأحياء ببعضها البعض ، وقد أدى ذلك إلى استغلال أقل قدر ممكن من المساحات الأرضية لأغراض السكن ، وفي الوقت نفسه قلل من كلفة تزويد هذه المساكن والأحياء بالخدمات المختلفة نظراً لتقاربها الجغرافي .

❖ ساهم العامل الاجتماعي في المحافظة على الأراضي الزراعية إلى حد ما في وجه الامتداد والزحف العمراني ، وذلك بإنشاء المباني والمساكن على أراضي السفوح والهضاب والحيلولة دون امتدادها إلى الأراضي الزراعية نظراً لقيمتها الاجتماعية والاقتصادية العالية.

❖ أدى العامل الاجتماعي إلى اكساب مدينة حماة القديمة - من خلال كل ما سبق - مشهداً حضرياً نسبياً من حيث النمط المعماري المستخدم ، وأحجام البيوت وأشكالها وهندستها المعمارية ومواد البناء المستخدمة فيها .

❖ ساهم العامل الاجتماعي في تعزيز الارتباط والتواصل بين الفرد والجماعة والمكان تعزيزاً فاعلاً وبسيطاً وغير مكلف ، هذا ما تعاني من غيابه كثير من التجمعات الحضرية الحديثة رغم نشاطات التخطيط الحضري المختلفة فيها .

أما حالياً فنرى في حماة الحديثة بشقيها السوق والحاضر فقد تغير تأثير العامل الاجتماعي وأخذ أشكالاً وأنماطاً جديدة ، نظراً للتحويلات الاقتصادية والاجتماعية التي عاشتها المدينة وما نجم عن هذه التحويلات من تغيير في نمط حياة السكان ، بالإضافة إلى أن ظهور التخطيط الحضري وتطبيقه قد حدّ من تأثير هذا العامل . لذلك نرى في حماة الحديثة بروز الاعتبارات الاقتصادية في تصميم المساكن وتحديد مساحاتها ، واختيار المواد المستخدمة في إنشائها كالحديد والحجر الأبيض ، ونمت أحياء المدينة الحديثة أفقياً وعلى حساب الأراضي الزراعية التي تراجعت أهميتها الاجتماعية والاقتصادية بسبب التحويلات المهنية ، وانتقال الكثير من السكان من العمل في الزراعة والتجارة إلى العمل في وظائف عامة وخاصة مختلفة. وأخذ النمو العمراني لمدينة حماة الحديثة النمط المبعثر وغير المتصل نظراً لطريقة القفز التي تم بها التوسع العمراني ، فظهرت المساكن والأحياء على شكل جيوب حضرية متباعدة عن بعضها البعض وقامت في مناطق مختلفة في خصائصها الطبيعية ، فمن الهضاب إلى الأودية إلى الأراضي الزراعية المستوية طبوغرافياً على جانبي طرق المواصلات، و قد أدى ذلك إلى ارتفاع كلفة تزويد هذه الأحياء بالخدمات إلى جانب أنه عمل على تعقيد وتعدد إجراءات والخدمات المختلفة ومواد البناء ونشاطات

التخطيط الحضري من المعطيات الاجتماعية القائمة لكل منطقة أو حي ، أما المشهد الحضري لمدينة حماة بشكلها الحديث فقد جاء قليل التجانس بسبب تبعثر المساكن وتباعدها عن بعضها البعض وانخفاض الكثافة السكانية ، واختلاف المساكن في مساحاتها وأشكالها وتعدد الأنماط المعمارية والهندسية التي استخدمت في تصميمها .

8- المراجع :

- ❖ التوني ، سيد . (1989) . التخطيط للانتماء للجماعة والمكان – مدخل عمراني ، مجلة قسم الهندسة المعمارية ، جامعة القاهرة ، العدد 7 ، مصر .
- ❖ التوني ، سيد . (1988) . عن الثقافة والعمارة – مطارحات ، مجلة قسم الهندسة المعمارية ، جامعة القاهرة ، العدد 6 ، مصر .
- ❖ الجنابي ، صلاح . (1984) . جغرافية الحضر . ط2 ، منشورات جامعة الموصل ، الموصل ، العراق .
- ❖ الحياوي ، عبد الرحمن . (1996) . التركيب الوظيفي للمدن مدينة السلط نموذجاً ، رسالة ماجستير غير منشورة ، الجامعة الأردنية ، عمان ، الاردن .
- ❖ الصابوني ، أحمد . (2014) . تاريخ حماة . ط3 ، منشورات دار العاص ، دمشق ، سورية .
- ❖ موسى ، علي . حربة ، محمد . (1985) . محافظة حماة . ط1 ، منشورات وزارة الثقافة ، دمشق ، سورية .
- ❖ المكتب المركزي للإحصاء ، التعداد العام للسكان والمساكن ، المجموعة الإحصائية السورية لعام 1994م – 2004م – 2010م .
- ❖ مجلس مدينة حماة .
- ❖ Dar Al-Handasah. AL-Salt Master Plan 1981-2010 . Dar Al-Handasah. Amman .1981.

" دراسة الطواعية المغناطيسية للسيراميك المستخدم بمواد البناء في سوريا "

*رنا عدنان الخطيب ** معن سليم ***مدين عامر

(الإيداع: 1 تموز 2019 ، القبول: 31 تشرين الأول 2019)

ملخص :

يتناول هذا البحث قياس الطواعية المغناطيسية لعينات من السيراميك، حيث تم قياس الطواعية المغناطيسية بدلالة كل من الحقل المغناطيسي وتواتر الحقل المغناطيسي وكذلك دراسة تابعة الطواعية المغناطيسية لنوع وشكل العينة، حضرت العينات السابقة على شكل مكعبات واسطوانات بأبعاد مختلفة وتنوعت عينات السيراميك بين عينات سيراميك جدران وعينات سيراميك أرضيات. بينت نتيجة القياسات باستخدام جهاز الطواعية المغناطيسية المتناوبة أن قيم الطواعية المغناطيسية لسيراميك الجدران تتراوح بين 0.009 و0.028 وقيم الطواعية المغناطيسية لسيراميك الأرضيات تتراوح بين 0.003 و0.072 ويعزى هذا الفرق إلى الاختلاف في تركيب سيراميك الأرضيات عن تركيب سيراميك الجدران حيث أن نسبة سيلكات ألومينيوم مائية $(Al_2Si_2O_5(OH)_4)$ في سيراميك الجدران أكبر منه في سيراميك الأرضيات ، كما أظهرت دراسة تابعة الطواعية المغناطيسية لشدة الحقل المغناطيسي ضمن المجال من 0.53mT حتى 1.5mT ولتواتر الحقل المغناطيسي ضمن المجال (302-65)Hz أن الطواعية المغناطيسية لا تتأثر بشكل ملحوظ بتغيرات شدة الحقل المغناطيسي المطبق وتواتره وذلك في درجة حرارة المخبر، كما لا يظهر لشكل العينة تأثير على قيمة الطواعية المغناطيسية.

كلمات مفتاحية: طواعية مغناطيسية، سيراميك، سيراميك جدران، سيراميك أرضيات .

*طالبة ماجستير، قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة دمشق

**أ.دكتور، قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة دمشق.

***دكتور، قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة دمشق.

Studying the magnetic susceptibility of ceramic used in construction materials in Syria

Rana Adnan AL-Khatib * Maan Salim** Medin Amer ***

(Received: 1 July 2019 , Accepted: 31 October 2019)

ABSTRACT:

The magnetic susceptibility of ceramics samples were measured in terms of the magnetic field ,the frequency of the magnetic field and the sample geometry.The samples were in the form of cubes and cylinders in different dimensions. The ceramic samples were taken from wall ceramics and floor ceramics. The result of the measurements using ac susceptometer showed that the magnetic susceptibility of the wall ceramics were in the range from 0.009 and 0.028 and the magnetic susceptibility of the floor ceramic were in the range from 0.003 and 0.0072. The difference between these two values is due to the chemical composition of wall ceramic and floor ceramic where the ratio of $(Al_2Si_2O_5(OH)_4)$ in the wall ceramic is greater than that of the floor ceramic. As a result of the research it was found the susceptibility of these samples is independent of the applied magnetic field in the range (0.53 – 1.5) mT and also independent of the frequency in the rang (65–302)Hz. It was found that there is no effects of the sample geometry on the magnetic susceptibility.

Key words: Magnetism, Ceramic, wall ceramic, floor ceramic.

* Master student, Physics Department, Faculty of Science, Damascus University

** Associate Doctor at Physics Department, Faculty of Science, Damascus University

*** Doctor at Physics Department, Faculty of Science, Damascus University

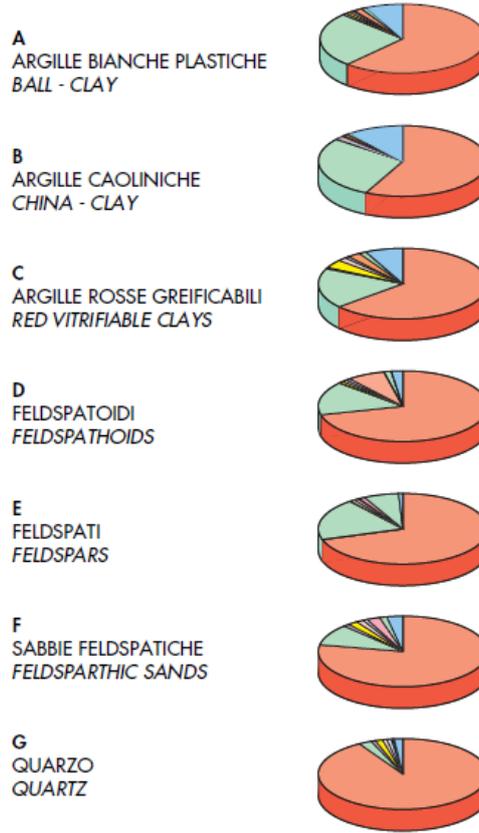
1. مقدمة:

1.1 السيراميك: انتشر السيراميك بكثرة في الفترة الأخيرة وتتنوع استخداماته بما فيها بلاط السيراميك سواء أرضيات ام جدران، ويتكون السيراميك (Dan ، Das ، 2003 ، Shipton ، 2001) من مواد لدنة بنسبة 50 -60 % كالغضاريات وهي سيلكات ألومينيوم مائية $(Al_2Si_2O_5(OH)_4)$ وكاؤولين ومن مواد صلابة بنسبة 40 -50% كرمال الكوارتز (السليكا) والحجر الكلسي والفلدسبارات $(Al_2O_3-SiO_2)$ (Pelino، 2000) وهي مجموعة من المعادن السيليكاتية تحتوي على نسب مختلفة من البوتاسيوم والصوديوم و الكالسيوم كعناصر أساسية ($(CaAl_2Si_3O_8)$ ، $(KAlSi_3O_8)$ ، $(NaAl_2Si_3O_8)$ ويختلف سيراميك الأرضيات عن الجدران باختلاف نسب هذه المواد بالخلطة (El-Fadaly ، وزملاؤه، 2010 ، Ceramic ؛ 2007)، حيث أن المواد الداخلة في صناعة سيراميك الأرضيات (Yekta وزملاؤه، 2006) هي الغضاريات كالكاؤولين يمثل نسبة 25-35%، والبولكلاي ويمثل نسبة 10-20%، ورمال الكوارتز (السليكا) بنسبة 5-30%، وفلدسبار بنسبة 42-62%. أما المواد الداخلة في تركيب سيراميك الجدران فهي (Deqing ، Ziyuan ، 2003) غضار كالكاؤولين يمثل نسبة 25-35%، و سيليكات ألومنيوم مائية بنسبة 10-20%، ورمال الكوارتز بنسبة 15-35%، وفلدسبار بنسبة 4-15%.

ويظهر الشكل (1) المواد الخام الداخلة في تركيب خلطة سيراميك الأرضيات، وكما يظهر الجدول (1) التحليل الكيميائي للمواد الداخلة في تركيب خلطة سيراميك الأرضيات ونسبها.

الجدول (1) التحليل الكيميائي لسيراميك الأرضيات

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P.F.
A	55/65	22/29	0,5/1	0,5/1	0,5/1	0,1/0,5	1/2	0,1/1,5	6/8
B	50/60	25/30	0,1	0,5/1	0,1/0,5	0,1/0,5	0,5/1	0,5/1	7/12
C	60/65	15/20	0,1/0,5	3/5	1/2	0,5/1	2/3	1/1,5	6/8
D	65/75	12/18	0,1/0,5	0,5/1	0,5/1	0,5/1	6/8	1/2	1,5/2,5
E	69/71	18/20	0,2/0,5	0,5/1	0,1	0,1/0,5	1/1,5	6/7	0,5/1
F	80/82	9/11	1/1,5	1/3	1/2	0,5/1	2/3	1/2	2/4
G	92/96	2/3	0,5/1	1/2	0,5/1	0,5/1	0,1/0,5	0,1/0,5	1/3

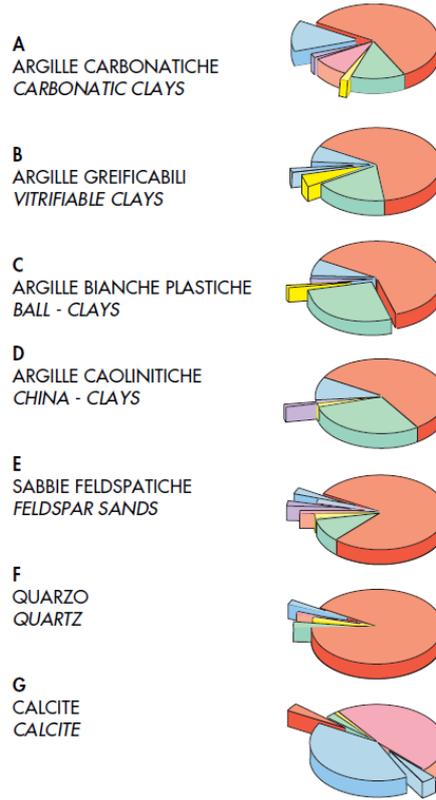


الشكل (1) المواد الخام الداخلة في خلطة سيراميك الأرضيات

ويظهر الشكل (2) المواد الخام الداخلة في تركيب خلطة سيراميك الجدران، وكما يظهر الجدول (2) التحليل الكيميائي للمواد الداخلة في تركيب خلطة سيراميك الجدران ونسبها.

الجدول (2) التحليل الكيميائي للمواد الداخلة في خلطة سيراميك الجدران

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P.F.
A	55/65	12/15	0,1/0,5	1/3	8/10	1/2	1/2	0,5/1,5	12/15
B	60/65	15/20	0,1/0,5	3/5	1/2	0,5/1	2/3	1/1,5	6/8
C	55/65	22/29	0,5/1	0,5/1	0,5/1	0,1/0,5	1/2	0,5/1,5	6/8
D	50/60	25/30	0,5/1	0,5/1	0,1/0,5	0,1/0,5	0,5/1	0,5/1	7/12
E	80/82	9/11	1/1,5	1/3	1/2	0,5/1	2/3	1/2	2/4
F	92/96	2/3	0,5/1	1/2	0,5/1	0,5/1	0,1/0,5	0,1/0,5	1/3
G	2/5	1/3	0,5/1	0,5/1	46/50	2/5	0,5/1	0,5/1	40/42



الشكل (2) المواد الخام الداخلة في تركيب سيراميك الجدران

1.2. الطواعية المغناطيسية:

تعتبر الطواعية المغناطيسية عن شدة استجابة المادة للحقل المغناطيسي المطبق، حيث أن التمتع يتناسب طردياً مع الحقل المغناطيسي المطبق لكثير من المواد $M = \chi \cdot H$ (Win وزملاؤه، 1990) حيث M : مغنطة المادة وهي العزم المغناطيسي لوحدة الحجم وتعطى بالعلاقة: $M = \frac{m}{V}$ (Youssif وزملاؤه، 2000)، χ : الطواعية المغناطيسية للمادة وهي مقدار بلا واحدة ويمثل استجابة المادة للحقل المغناطيسي الخارجي المطبق، H : الحقل المغناطيسي الخارجي المطبق.

وعند وضع المادة في حقل مغناطيسي خارجي H سوف تتمغنط وينشأ حقل التحريض المغناطيسي في المادة B الذي هو مجموع الحقل الخارجي المطبق والمغنطة المتشكلة ويعطى بالعلاقة: $B = \mu_0 \cdot H + \mu_0 \cdot M$ (Nikolo، 1995، Kittel، 1958، Williams، Harris؛ 2009)، حيث $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ ثابت النفوذية المغناطيسية للخلاء. وبتعويض قيمة المغنطة M تصبح العلاقة بالشكل $B = \mu_0 \cdot (1 + \chi) \cdot H$ ، وبما أن $B_0 = \mu_0 \cdot H$ (Nikolo، 1995، Williams، Harris؛ 2009) يصبح شكل المعادلة

$$B = (1 + \chi) \cdot B_0 \quad (1)$$

حيث B : الحقل المغناطيسي الداخلي المتعرض في العينة، B_0 : الحقل المغناطيسي الخارجي المتعرض في الوشعة الثانوية والمطبق على العينة.

يعتمد مقياس الطواعية المغناطيسية المتناوبة على مبدأ التحريض المتبادل التأثير بين الوشائع الأولية والوشائع الثانوية (Youssif وزملاؤه، 2000، Alzayed ، Shahabuddin ; 2006)، حيث يمرر تيار متناوب في الوشيعة الأولية الأولى فينشأ فرق كمون المتحرض في الوشيعة الثانوية الأولى يساوي فرق الكمون المتحرض في الوشيعة الثانوية الثانية ويعاكسها بالإشارة، بالتالي مجموع فرقي الكمون في الوشيعتين يكون معدوماً وعند وضع العينة في الوشيعة الثانوية الأولى يتغير التدفق الذي يجتاز الوشيعة وينشأ فرق كمون بين طرفي الوشيعتين ناتج عن تحريض العينة و يتم قياس فرق الكمون هذا باستخدام المضخم الطوري (lock-in amplifier).

ويخلص الجدول (3) و (4) تفاصيل ومميزات الوشائع الأولية والثانوية المستخدمة في الدارة

الجدول (3) تفاصيل الوشائع المستخدمة في الدارة

الوشيقة الثانوية الثانية	الوشيقة الثانوية الأولى	الوشيقة الأولية	
3000	3000	10000	عدد اللغات
176 لفة	176 لفة	540 لفة	عدد اللغات في الطبقة الواحدة
22mm	22mm	100mm	طول الوشيعة
17.5mm	17.5mm	21.5mm	نصف القطر الخارجي للوشيقة
7.5mm	7.5mm	13.5mm	نصف القطر الداخلي
12.5mm	12.5mm	17.5mm	نصف القطر الوسطي
0.125mm	0.125mm	0.185mm	قطر السلك المستخدم
201Ω	201Ω	623Ω	مقاومة الوشيعة
0.252	0.252	1.209	التحريضية
201.39	201.39	625.01	الممانعة عند التواتر (50Hz)

الجدول (4) مميزات الوشائع المستخدمة في دارة الموازنة

الوشيجة الثانية	الوشيجة الاولية الثانية	الوشيجة الثانوية الثالثة
عدد اللغات	285	260
نصف القطر الخارجي	26mm	16mm
القطر الداخلي	16mm	16mm
طول الوشيجة	45mm	85mm
قطر السلك المستخدم	0.125mm	0.125mm

وتم حساب الطواعية المغناطيسية للعينات باستخدام العلاقة (Raven، Salim، 2001 ; El-Bialy، Streck، 2009)

$$\chi = \frac{V}{\alpha n_s \omega V_m B_0} \quad (2)$$

حيث χ الطواعية المغناطيسية، α معامل المعايرة، $n_s = \frac{N}{L}$ عدد لفات الوشيجة الثانوية N بوحدة الطول L ، ω تردد الحقل المغناطيسي المطبق $\omega = 2\pi f$ حيث f تواتر الحقل المغناطيسي المطبق، V_m حجم العينة المدروسة، V الفولط الحقيقي المتحرض في الوشيجة SEC_1 ، B_0 الحقل المغناطيسي المطبق.

2. هدف البحث:

وبمأن السيراميك من المواد التي يمكن استخدامها كعوازل في المنشآت لذلك هدف هذا البحث إلى دراسة الطواعية المغناطيسية لعينات من سيراميك الجدران و سيراميك الأرضيات بدلالة كل من الحقل المغناطيسي المطبق و تواتر الحقل المغناطيسي بالإضافة لدراسة تابعة الطواعية المغناطيسية لشكل العينة.

3. مواد وطرائق البحث:

1- العينات المدروسة: تم قص ألواح السيراميك على شكل مكعبات واسطوانات بأبعاد مختلفة، حيث تم جمع 11 عينة من السيراميك تنوعت بين سيراميك أرضيات (A₂, A₃, A₅, A₇, A₈, A₁₁) وسيراميك جدران (A₁, A₄, A₆, A₉, A₁₀). تم عرض وصف لعينات السيراميك المدروسة من حيث الشكل والأبعاده ولون العينات وتنوع هذه العينات بين سيراميك أرضيات وسيراميك جدران، حيث يظهر الجدول (5) وصفاً للعينات المدروسة

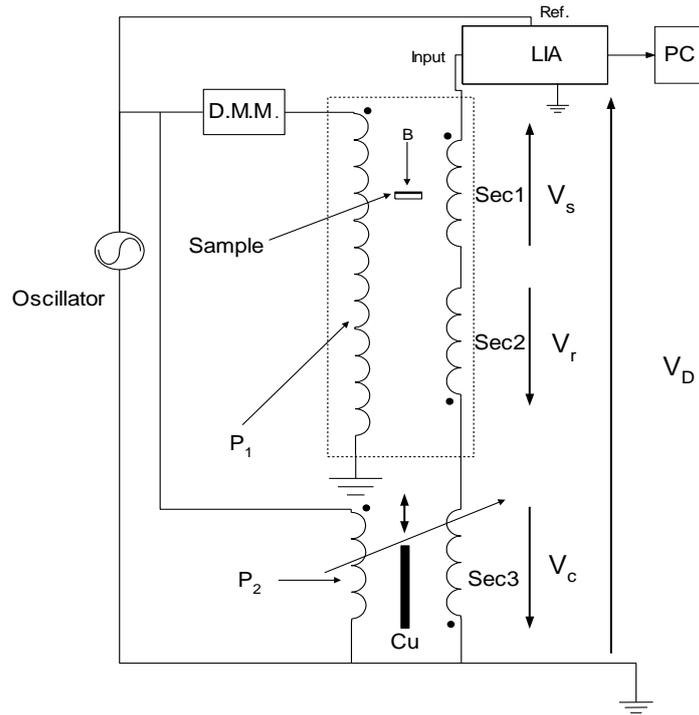
الجدول (5) وصفا للعينات المدروسة من حيث الشكل والأبعاد والنوع

أبعاد العينة	نوع عينة السيراميك	لون العينة	شكل العينة	العينة المدروسة
11.1mm*10.5mm*9.1mm	جدران	فاتح	مكعب	A1 C
8.1mm*7.1mm*8mm	أرضيات	غامق	مكعب	A2 C
6.2mm*6mm*8.35mm	أرضيات	فاتح	مكعب	A3 C
7.4mm*6.4mm*6.6mm	جدران	فاتح	مكعب	A4 C
10mm*8.1mm*8mm	جدران	فاتح	مكعب	A5 C
10.5mm*10.3mm*8.4mm	أرضيات	فاتح	مكعب	A6 C
10.2mm*9.4mm*8.4mm	أرضيات	غامق	مكعب	A7 C
10.2mm*6.4mm*12.2mm	أرضيات	فاتح	مكعب	A8 C
9.4mm*7.55mm*8.25mm	جدران	فاتح	مكعب	A9 C
10.7mm*9mm*7.5mm	جدران	فاتح	مكعب	A10 C
10.25mm*10mm*9mm	أرضيات	فاتح	مكعب	A11 C
8.4mm*8.8mm	جدران	فاتح	اسطوانة	A1 S
9.8mm*8.1mm	أرضيات	غامق	اسطوانة	A2 S
8.8mm*9mm	أرضيات	فاتح	اسطوانة	A3 S
8mm*8.1mm	جدران	غامق	اسطوانة	A4 S
7.1mm*8.4mm	جدران	فاتح	اسطوانة	A5 S
9.5mm*7mm	أرضيات	فاتح	اسطوانة	A6 S
11mm*8.4mm	أرضيات	فاتح	اسطوانة	A7 S
10.3mm*8.4mm	أرضيات	غامق	اسطوانة	A8 S
10.7mm*8.3mm	جدران	فاتح	اسطوانة	A9 S
9.3mm*8.25mm	جدران	فاتح	اسطوانة	A10 S
7.1mm*8.2mm	أرضيات	فاتح	اسطوانة	A11 S

2- الأجهزة المستخدمة:

تم قياس الطواعية المغناطيسية باستخدام مقياس الطواعية المغناطيسية المتناوبة (قاسم، 2014) الذي يتألف من دائرة أولى تحتوي على الوشاعة الأولية الأولى P_1 موصولة على التسلسل مع الوشاعة الأولية الثانية P_2 الموجودة في دائرة الموازنة والهدف من الوشائع الأولية توليد حقل مغناطيسي متناوب، وتوصلان من خلال مقياس أمبير مع هزازة (مولد تيار متناوب)، ودائرة ثانية تتألف من الوشائع الثانوية الأولى والثانية والثالثة (Sec_1, Sec_2, Sec_3) وتوصل على التسلسل مع بعضها البعض والتي توصل مع المضخم الطوري المستخدم لقياس فرق الكمون المتحرض بين طرفي الوشائع الثلاثة (Sec_1, Sec_2, Sec_3) الناتج عن العينة، ويظهر الشكل (3) طريقة توصيل جهاز الطواعية المغناطيسية مع المضخم الطوري

والمنبع [15]



الشكل (3) طريقة توصيل جهاز الطواعية المغناطيسية مع المضخم الطوري والمنبع

لإجراء القياس يتم وضع العينة المراد دراستها في نهاية حامل العينة ومن ثم إدخال العينة في الوشاعة الثانوية الأولى (Sec1) وتحريكها على طول المحور المشترك للوشاعة الأولى والوشائع الثانوية حتى نحصل على أكبر قيمة لفرق الكمون المتحرض بين طرفي الوشائع الثلاثة الناتج عن العينة.

4. النتائج ومناقشتها:

تم قياس فرق الكمون المتحرض في الوشائع الثانوية نتيجة وجود العينة كتابع للحقول المغناطيسية المطبقة ولتواترات تلك الحقول من أجل عينات بأشكال مختلفة، ولوحظ من نتائج القياس أن العلاقة بين فرق الكمون المتحرض الناتج عن العينة والحقول المغناطيسية المطبقة هي علاقة طردية، ومن هذه النتائج تم حساب الطواعية المغناطيسية للعينات المدروسة باستخدام العلاقة (2).

4. 1. عينة سيراميك جدران مكعبة الشكل A1C:

4. 1. 1. قياس فرق الكمون المتحرض بين طرفي الوشائع الثانوية نتيجة وجود العينات:

تم قياس فرق الكمون المتحرض بين طرفي الوشائع الثانوية نتيجة وجود العينة كتابع للحقول المغناطيسية المطبقة حيث يظهر الشكل (4) قيم فرق الكمون المتحرض بدلالة الحقل المغناطيسي المطبق من أجل تواترات مختلفة 65Hz, 115Hz,

180Hz, 214Hz, 302Hz, وذلك من أجل عينة سيراميك جدران مكعبة الشكل A1C

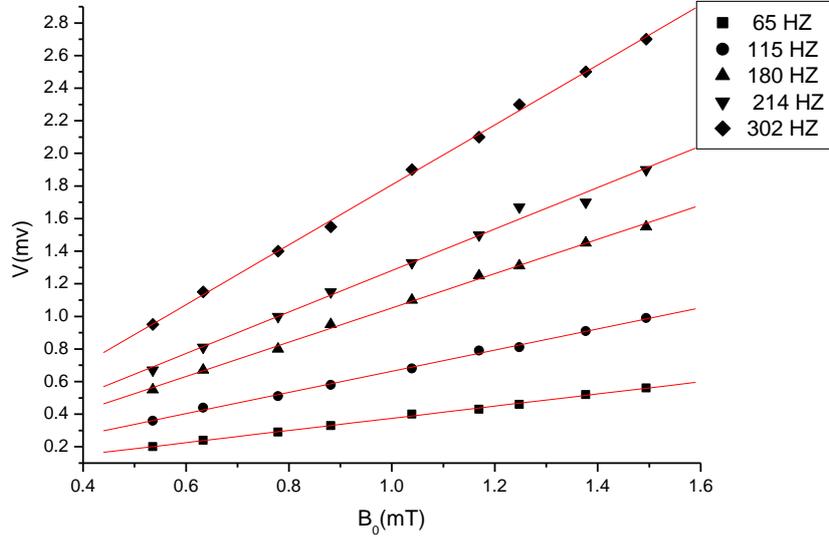
نلاحظ من هذا الشكل تزايد فرق الكمون المتحرض بين طرفي الوشائع الثانوية بصورة خطية مع تزايد شدة الحقل المغناطيسي المطبق حيث يأخذ القيمة $v=0.2\text{mv}$ عند قيمة للحقل $B_0=0.535\text{mT}$ ويأخذ القيمة $v=0.56\text{mv}$ عند قيمة للحقل

$B_0=1.494\text{mT}$ وذلك من أجل تواتر قدرة $f=65\text{Hz}$

كما يأخذ القيمة $v=0.95\text{mv}$ عند قيمة للحقل $B_0=0.535\text{mT}$ ويأخذ القيمة $v=2.7\text{mv}$ عند قيمة للحقل

$B_0=1.494\text{mT}$ وذلك من أجل تواتر قدرة $f=302\text{Hz}$

فالعلاقة بين فرق الكمون المتحرض والحقل المغناطيسي الخارجي المطبق هي علاقة طردية والمنحنيات عبارة عن مستقيم من الدرجة الأولى حيث أنه بمواءمة هذه المنحنيات باستخدام المعادلة $V=c*B_0+d$ حصلنا على الثوابت c و d المبينة في الجدول (6)



الشكل (4) المنحني البياني لفرق الكمون المتحرض بين طرفي الوشائع الثانوية نتيجة وجود العينة A1c بدلالة شدة الحقل المغناطيسي الخارجي المطبق عند التواترات 180Hz , 214Hz , 302Hz, 65Hz, 115Hz,

الجدول (6) ثوابت المعادلة عند قيم مختلفة لتواتر الحقل المغناطيسي المطبق

302Hz	214Hz	180Hz	115Hz	65Hz	F0(Hz)
1.323	1.2723	1.0514	0.6505	0.0373	c
-0.03122	0.0088	0.0003	0.0126	0.0014	d

2.1.4 تأثير تغير الحقل المغناطيسي على الطواعية المغناطيسية:

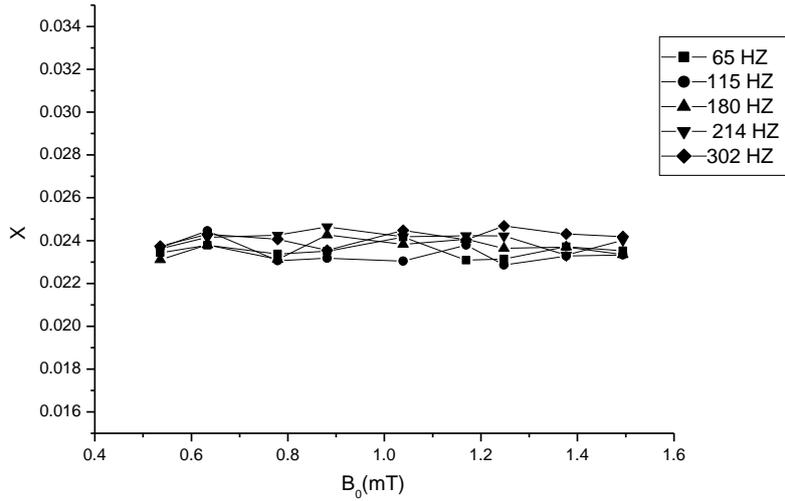
يظهر الشكل (5) قيم الطواعية المغناطيسية بدلالة الحقل المغناطيسي المطبق من أجل تواترات مختلفة 65Hz, 115Hz, 180Hz, 214Hz , 302Hz , وذلك من أجل عينة سيراميك جدران مكعبة الشكل A1c ومن أجل قيمة لمعامل المعايرة $\alpha=0.6229$ ، وعدد لفات $n=136000$ لفة بوحدة الطول، ومن أجل حجوم مختلفة للعينات.

نلاحظ من الشكل (5) أن قيم الطواعية المغناطيسية لا تتأثر بالحقل المغناطيسي المطبق وإن هذا التغير إن وجد هو من مستوى ضجيج أجهزة القياس حيث أن الارتياح المطلق في قياس الطواعية المغناطيسية هو من مرتبة (10^{-4}) وإن وسطي قيمة الطواعية المغناطيسية لهذه العينة هي 0.024، وبناءً على هذه القيمة تصنف هذه المواد ضمن الطواعية المغناطيسية

المسايرة حيث تأخذ الطواعية المغناطيسية للمواد المغناطيسية المسايرة قيمة تمتد من : (Harris, Williams. 2009 ; Kittel. 1958)

$$\chi \sim 10^{-2} - 10^{-5}$$

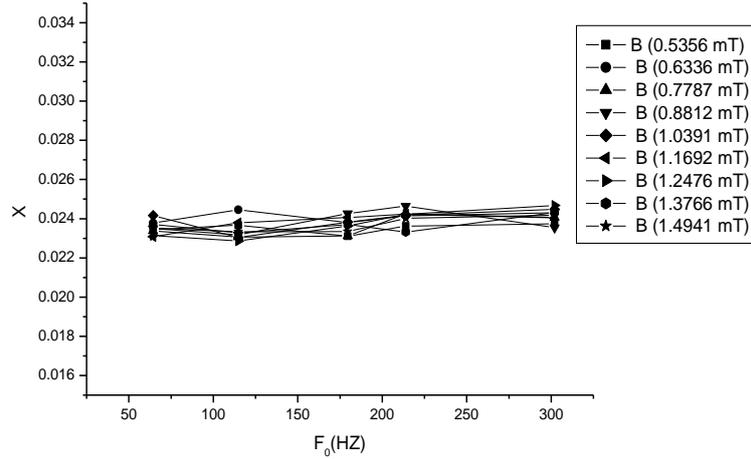
وكذلك نلاحظ من هذا الشكل أن قيمة الطواعية المغناطيسية لهذه العينة لا تتأثر بتواتر الحقل المغناطيسي المطبق وإن التغيرات في قيمة الطواعية من مستوى الضجيج في الأجهزة.



الشكل (5) المنحني البياني للطواعية المغناطيسية لعينة السيراميك A_{1c} مكعبة الشكل بدلالة الحقل المغناطيسي المطبق عند التواترات 65HZ, 115HZ, 180HZ, 214HZ, 302HZ

4.1.3 تأثير تغير تواتر الحقل المغناطيسي على قيمة الطواعية المغناطيسية:

يظهر الشكل (6) تغيرات قيمة الطواعية المغناطيسية بدلالة تواتر الحقل المغناطيسي المطبق من أجل حقول مغناطيسية مختلفة (0.53, 0.63, 0.78, 0.88, 1.04, 1.17, 1.25, 1.38, 1.5) mT وذلك من أجل عينة سيراميك جدران مكعبة الشكل A_{1c} ، نلاحظ من هذا الشكل أن قيم الطواعية المغناطيسية لا تتأثر بالحقل المغناطيسي المطبق وأن مستوى التغير من مستوى ضجيج أجهزة القياس وكذلك نلاحظ من هذا الشكل أن قيمة الطواعية المغناطيسية لهذه العينة لا تتأثر بتغيير شدة الحقل المغناطيسي المطبق وذلك في درجة حرارة المخبر.



الشكل (6) المنحني البياني للطواعية المغناطيسية لعينة سيراميك الجدران A_{1c} مكعبة الشكل بدلالة تواتر الحقل المغناطيسي المطبق عند قيم مختلفة للحقل المغناطيسي تبدأ من 0.5356 mT وحتى 1.4941 mT

4. 2 عينة سيراميك جدران اسطوانية الشكل A_{1s} :

4. 2. 1 قياس فرق الكمون المتحرض الناتج عن العينة:

يظهر الشكل (7) قيم فرق الكمون المتحرض بين طرفي الوشائع الثانوية نتيجة وجود العينة بدلالة الحقل المغناطيسي المطبق من أجل تواترات مختلفة 65Hz, 115Hz, 180Hz, 214Hz, 302Hz , وذلك من أجل عينة سيراميك جدران اسطوانية الشكل AIS

نلاحظ من هذا الشكل تزايد فرق الكمون المتحرض بين طرفي الوشائع الثانوية بصورة خطية مع تزايد الحقل المغناطيسي المطبق حيث يأخذ القيمة $v=0.18\text{mv}$ عند قيمة للحقل $B_0=0.535\text{mT}$ ويأخذ القيمة $v=0.49\text{mv}$ عند قيمة للحقل

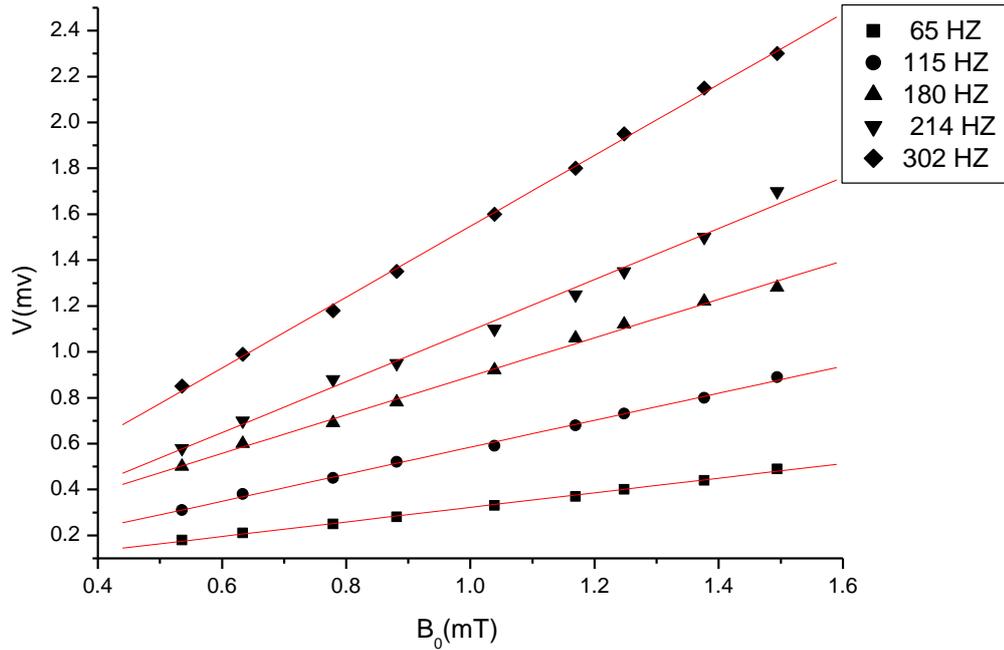
$B_0=1.494\text{mT}$ وذلك من أجل تواتر قدرة $f=65\text{Hz}$

كما يأخذ القيمة $v=0.85\text{mv}$ عند قيمة للحقل $B_0=0.535\text{mT}$ ويأخذ القيمة $v=2.3\text{mv}$ عند قيمة للحقل

$B_0=1.494\text{mT}$ وذلك من أجل تواتر قدرة $f=302\text{Hz}$

فالعلاقة بين فرق الكمون المتحرض بين طرفي الوشائع الثانوية نتيجة وجود العينة والحقل المغناطيسي الخارجي هي علاقة طردية والمنحنيات عبارة عن مستقيم من الدرجة الأولى حيث أنه بمواءمة هذه المنحنيات باستخدام الشكل $V=c*B_0+d$

حصلنا على الثوابت c و d المبينة في الجدول (7)



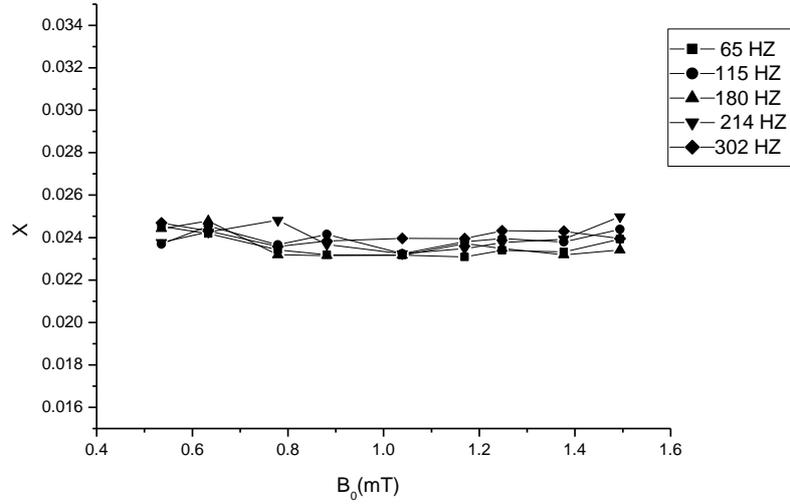
الشكل (7) المنحني البياني لفرق الكمون المتحرض بين طرفي الوشائع الثانوية نتيجة وجود العينة AIS بدلالة شدة الحقل المغناطيسي الخارجي المطبق عند التواترات 180Hz , 214Hz , 302Hz, 65Hz, 115Hz,

والجدول (7) يبين ثوابت تلك المعادلات عند كل تواتر

302Hz	214Hz	180Hz	115Hz	65Hz	التواتر
1.5454	1.11187	0.84012	0.58891	0.03189	c
0.0022	-0.01893	0.05309	-0.00468	0.00437	d

4.2.2 تأثير تغير الحقل المغناطيسي على الطواعية المغناطيسية:

يظهر الشكل (8) تغير قيمة الطواعية المغناطيسية لعينة سيراميك الجدران اسطوانية الشكل AIS بدلالة الحقل المغناطيسي المطبق من أُل قيم مختلفة لتواتر الحقل المغناطيسي 65Hz, 115Hz, 180Hz, 214Hz, 302Hz نلاحظ من الشكل السابق أن قيمة الطواعية المغناطيسية لعينة السيراميك اسطوانية الشكل AIS لا تتأثر بتغير شدة الحقل المغناطيسي المطبق ووسطي قيمة الطواعية المغناطيسية لهذه العينة 0.024 وهي تتوافق مع (Gleizes, 1993 ; Boulos, 1972) وذلك من أجل كافة تواترات الحقل المغناطيسي المدروسة والتغير الموجود ناتج عن ضجيج أجهزة القياس .

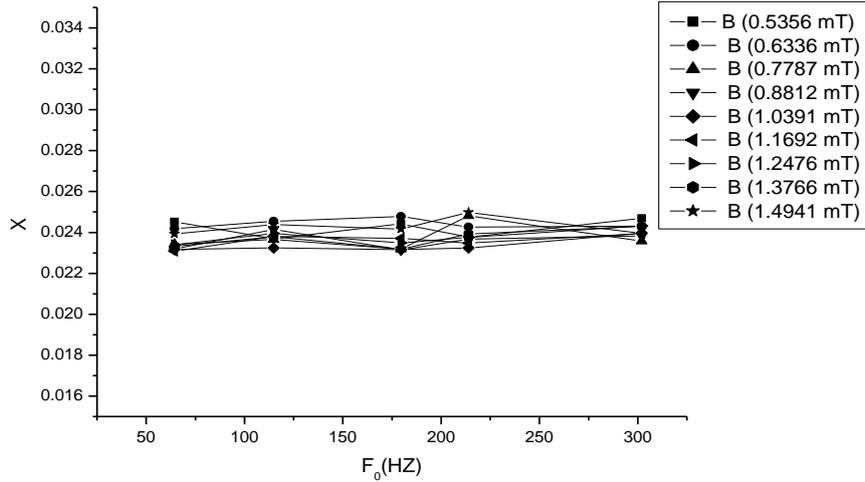


الشكل (8) المنحني البياني للطواعية المغناطيسية لعينة سيراميك الجدران A_{I_s} اسطوانية الشكل بدلالة الحقل المغناطيسي المطبق عند التواترات 65HZ, 115HZ, 180HZ, 214HZ, 302HZ

4. 2. 2. تأثير تغير تواتر الحقل المغناطيسي على قيمة الطواعية المغناطيسية:

يظهر الشكل (9) تغيرات قيمة الطواعية المغناطيسية لعينة سيراميك الجدران اسطوانية الشكل بدلالة تواتر الحقل المغناطيسي المطبق عند قيم مختلفة لشدة الحقل المغناطيسي المطبق تتراوح بين 0.53 mT و 1.5 mT

نلاحظ من الشكل السابق أن قيمة الطواعية المغناطيسية لعينة السيراميك اسطوانية الشكل A_{I_s} لا تتأثر بتغير تواتر الحقل المغناطيسي المطبق وذلك من أجل كافة تواترات الحقل المغناطيسي المدروسة والتغير الموجود ناتج عن ضجيج أجهزة القياس .



الشكل (9) المنحني البياني للطواعية المغناطيسية لعينة سيراميك الجدران A_{1s} اسطوانية الشكل بدلالة تواتر الحقل المغناطيسي المطبق عند قيم مختلفة للحقل المغناطيسي تبدأ من 0.5356 mT وحتى 1.4941 mT

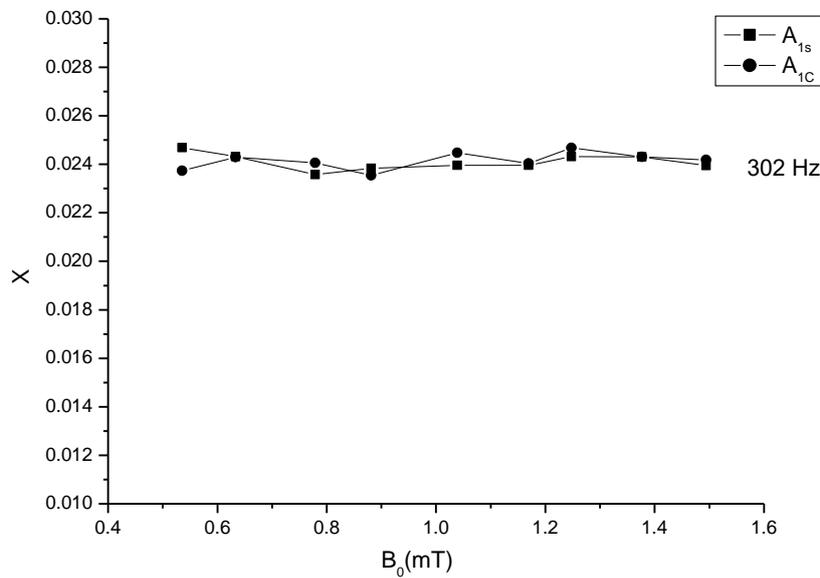
وتم قياس الطواعية المغناطيسية لعينات أخرى مكعبية واسطوانية الشكل ولم نضع كافة الأشكال هنا بهدف الاختصار إنما قمنا بتلخيص قيم الطواعية المغناطيسية لهذه العينات في الجدول (6) حيث كانت قيم الحقل المغناطيسي المطبق تتراوح بين 65Hz, 115Hz, 180Hz, 214Hz, 302Hz عند تواترات الحقل المغناطيسي 1.4941 mT و 0.5356 mT

الجدول (8) قيم الطواعية المغناطيسية للعينات من أجل قيم مختلفة للحقل المغناطيسي المطبق

الشكل العينات	مكعب وسطي قيمة الطواعية المغناطيسية	اسطوانة وسطي قيمة المغناطيسية
A_1 عينة سيراميك جدران	0.024	0.024
A_2 عينة سيراميك أرضيات	0.0032	0.0032
A_3 عينة سيراميك أرضيات	0.003	0.003
A_4 عينة سيراميك جدران	0.019	0.019
A_5 عينة سيراميك جدران	0.028	0.028
A_6 عينة سيراميك أرضيات	0.004	0.004
A_7 عينة سيراميك أرضيات	0.0035	0.0035
A_8 عينة سيراميك أرضيات	0.0055	0.0055
A_9 عينة سيراميك جدران	0.015	0.015
A_{10} عينة سيراميك جدران	0.009	0.009
A_{11} عينة سيراميك أرضيات	0.0072	0.0072

4.3. تأثير شكل العينة على الطواعية المغناطيسية:

بغية دراسة تأثير شكل العينة على الطواعية المغناطيسية و باستخدام الأشكال (5) و(8) قمنا بمقارنة الطواعية المغناطيسية لعينة سيراميك الجدران مكعبة الشكل A_{1c} مع عينة سيراميك الجدران اسطوانية الشكل A_{1s} بدلالة الحقل المغناطيسي عند التواتر 302Hz كما هو مبين في الشكل (10) نلاحظ من هذا الشكل أن أنه لا يوجد تأثير ل شكل العينة على قيمة الطواعية المغناطيسية ضمن مجال الحقل المغناطيسي المطبق ومن أجل التواترات (65, 115, 180, 214, 302)Hz وهذا ينطبق على كافة العينات في الجدول (4) ومن أجل مجال شدات الحقول المغناطيسية المدروسة وتواتراتها. ومن هنا نستنتج أن الحقل المغناطيسي يخترق العينات كافة وأن قيمة الحقل داخل العينة مساوية تقريباً لقيمة الحقل الخارجي المطبق حيث نلاحظ أن قيمة χ صغيرة جداً من رتبة 10^{-3} وهذا يتوافق مع العلاقة $B = (1 + \chi) \cdot B_0$ (Nikolo, 1995, Williams, Harris ; 2009)



الشكل (10) المنحني البياني للطواعية المغناطيسية لعينة سيراميك الجدران مكعبة واسطوانية الشكل بدلالة الحقل المغناطيسي المطبق وذلك عند التواتر 302Hz

5. الاستنتاجات:

نلاحظ من الأشكال السابقة أن قيمة الطواعية المغناطيسية لعينات سيراميك الأرضيات وسيراميك الجدران المدروسة لا تتأثر بتغيرات شدة الحقل المغناطيسي وتواتراته وذلك عند مجال شدات الحقل المغناطيسي المدروسة وتواتراتها في درجة حرارة المخبر والتغير إن وجد من مستوى ضجيج أجهزة القياس، كما تبين من خلال نتائج البحث أن الحقل المغناطيسي يخترق كامل العينة و أن قيمة الحقل المغناطيسي الداخلي مساو تقريبا لقيمة الحقل المغناطيسي الخارجي ذلك لأن قيمة الطواعية المغناطيسية صغيرة جداً من رتبة 10^{-3} و أنه لا يوجد تأثير ل شكل العينة على قيمة الطواعية المغناطيسية، وهذا يمكننا من استنتاج أنه لا يوجد تيارات سطحية هذه العينات تحجب الحقل المغناطيسي المطبق وبالتالي يمكننا القول أن هذه المواد عازلة ضمن الحقول والتواترات المطبقة مما يجعلها مؤهلة لاستخدامها كعوازل كهربائية في المنشآت، كما نلاحظ أن قيم الطواعية المغناطيسية لسيراميك الجدران تراوحت

بين 0.009 و 0.028 بينما قيم الطواعية المغناطيسية لسيراميك الأرضيات تراوحت بين 0.003 و 0.0072 ويعزى هذا الاختلاف إلى طبيعة تركيب كل من سيراميك الأرضيات وسيراميك الجدران ، حيث أن تركيب كل من سيراميك الأرضيات والجدران هو ذاته لكن الاختلاف في نسبة هذه المواد في الخلطة. وكذلك تأتي أهمية نتائجها البحث من دراسة سلوك هذه المواد بالحقول المغناطيسية الضعيفة القريبة من الحقول المغناطيسية الناتجة عن تيارات المدينة وبدلالة تواترات حقول مغناطيسية قريبة من تواتر المدينة فإن له أهمية كبيرة لمعرفة عازلية هذه المواد ضمن هذه الشروط.

6. التوصيات:

كنا نأمل أن تتم دراسة سلوك هذه المواد بتطبيق حقول مغناطيسية عالية ودرجات حرارة منخفضة ولكن لعدم الإمكانية التجريبية حالياً نقترح أن تكون هذه الدراسة ضمن توصيات لأبحاث مستقبلية.

7. المراجع:

1. قاسم، نسرين. (2014). تصميم وبناء جهاز الطواعية المغناطيسية المتناوبة ومعايرته في درجة حرارة الغرفة. (أطروحة ماجستير)، جامعة دمشق، كلية العلوم، قسم الفيزياء.
2. Boulos, K., Mohamed, N., & Ismail, T. (1972). Densities, magnetic susceptibilities and radioactivity of the different rocks in the northern parts of ElShayib and Safaga areas of eastern desert. Egyptian Geological Survey and Mining Authority (EGMSA). an internal report.
3. Ceramic, B. R. E. F. (2007). Reference document on the best available techniques in the ceramic manufacturing industry.
4. Dana, K., & Das, S. K. (2003). High strength ceramic floor tile compositions containing Indian metallurgical slags. Journal of materials science letters, 22(5), 387–389
5. Deqing, W., & Ziyuan, S. (2003). Effect of ceramic particles on cell size and wall thickness of aluminum foam. Materials Science and Engineering: A, 361(1–2), 45–49.
6. El-Bialy, M. Z., & Streck, M. J. (2009). Late Neoproterozoic alkaline magmatism in the Arabian–Nubian Shield: the postcollisional A–type granite of Sahara–Umm Adawi pluton, Sinai, Egypt. Arabian Journal of Geosciences, 2(2); 151–174.
7. El-Fadaly, E., Bakr, I. M., & Breka, M. A. (2010). Recycling of ceramic industry wastes in floor tiles recipes. Journal of American Science, 6(10); 241–247
8. Gleizes, G., Nédélec, A., Bouchez, J. L., Autran, A., & Rochette, P. (1993). Magnetic susceptibility of the Mont Louis andorra ilmenite type granite (Pyrenees): A new tool for the petrographic characterization and regional mapping of zoned granite plutons. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 98(B3); 4317–4331

9. Harris, I. R., & Williams, A. J. (2009). Magnetic materials. Material science and engineering, 2; 49–84.
10. Kittel, C., (1958) introduction to solid state physics ,8th ed . Wiley.
11. Nikolo, M. (1995). Superconductivity: A guide to alternating current susceptibility measurements and alternating current susceptometer design. American Journal of Physics, 63(1); 57–65.
12. Pelino, M. (2000). Recycling of zinc–hydrometallurgy wastes in glass and glass ceramic materials. Waste Management, 20(7); 561–568.
13. Raven, M. S., & Salim, M. (2001). Design aspects of a differential magnetic susceptometer for high temperature superconductors. Measurement Science and Technology, 12(6); 744.
14. Shahabuddin, M., & Alzayed, N. S. (2006). Design of ac susceptometer using closed cycle helium cryostat. physica status solidi c, 3(9); 3002–3006.
15. Shipton, S. (2001). U.S. Patent No. 6,282,855. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
16. Win, W., Wenger, L. E., Chen, J. T., Logothetis, E. M., & Soltis, R. E. (1990). Nonlinear magnetic response of the complex AC susceptibility in the YBa₂Cu₃O₇ superconductors. Physica C: Superconductivity, 172(3–4); 233–241.
17. Yekta, B. E., Alizadeh, P., & Rezazadeh, L. (2006). Floor tile glass–ceramic glaze for improvement of glaze surface properties. Journal of the European Ceramic Society, 26(16), 3809–3812.
18. Youssif, M. I., Bahgat, A. A., & Ali, I. A. (2000). AC magnetic susceptibility technique for the characterization of high temperature superconductors. Egyptian Journal of Solids, 23(2); 231–250

التنبؤ باستخدام دالة انحدار شبه معلمية (دراسة تطبيقية مقارنة)

رائد قراحسن * مصطفى مظهر رنة**

(الإيداع: 5 أيلول 2019 ، القبول: 8 كانون الأول 2019)

الملخص

تم تطوير العديد من نماذج الانحدار لمعالجة مسائل التنبؤ، كطريقة المربعات الصغرى، وانحدار النواة، ونماذج الشبكات العصبونية وانحدار العملية الغاوصية وكان آخرها نماذج الانحدار شبه المعلمية ، فموضوع تحليل النماذج شبه المعلمية والذي يدمج النماذج المعلمية والنماذج اللامعلمية يلقي اهتماماً واضحاً في معظم الدراسات التي تأخذ طابعاً أكثر تقدماً في عملية التحليل الإحصائي الدقيق الذي يهدف إلى الحصول على مقدرات ذات مستوى عالٍ من الكفاءة.

فمنا في هذا البحث باقتراح طريقة جديدة شبه معلمية لتحسين التنبؤ عن طريق دمج نماذج الانحدار المعلمية المتمثلة بطريقة انحدار المربعات الصغرى مع نماذج الانحدار اللامعلمية والمتمثلة بطريقة انحدار العملية الغاوصية، وتأتي الميزة الكبيرة لهذه النماذج في كونها تحتوي على كل الميزات الإيجابية التي يتضمنها النموذج المعلمي واللامعلمي ولوضوح التفاعل بين مكوناتها المعلمية واللامعلمية والتي لاقت قبولاً واسعاً في الدراسات الطبية والاقتصادية والاجتماعية والعلمية الحديثة وذلك بسبب حلها لمشكلة السلوك غير المفهوم لبعض المتغيرات الداخلة في الدراسة من جهة وللمرونة العالية التي تتمتع بها هذه النماذج من جهة أخرى.

وتم التحقق من جودة الطريقة المقترحة عبر تطبيقها على بيانات واقعية ومولدة باستخدام أسلوب المحاكاة. كما تم مقارنة هذه الطريقة مع طريقة انحدار المربعات الصغرى وانحدار العملية الغاوصية باستخدام مقاييس دقة التنبؤ (MSE، RMSE، MAPE)، بهدف الوصول لأفضل طريقة لتحسين دقة التنبؤ.

وكدلت نتائج المقارنة أن الطريقة المقترحة تعطي أفضل دقة تنبؤ وأفضل نتائج وذلك لتكرار عدد الأفضلية بالاعتماد على أصغر قيمة من قيم مقاييس الأخطاء المستخدمة وبسبب قدرة منحني الانحدار الممثل لها على ملاءمة وتمثيل البيانات بشكل أفضل.

الكلمات المفتاحية: انحدار المربعات الصغرى ، انحدار العملية الغاوصية، انحدار شبه المعلمي، مقاييس دقة التنبؤ.

* طالب دراسات عليا (دكتوراه)-قسم الإحصاء الرياضي-كلية العلوم-جامعة حلب

**أستاذ مساعد-قسم الإحصاء الرياضي-كلية العلوم-جامعة حلب

prediction using semi parametric regression function (Comparative Applied Study)

Raed Kara Hasan *

Moustafa Mazhar Rene **

(Received: 5 September 2019, Accepted: 8 December 2019)

Abstract

Several regression models have been developed to address prediction issues, such as the least-squares method, the kernel regression, neural network models, and Gaussian process regression, the most recent semi parametric regression models, semi parametric methods combined parametric methods and nonparametric methods .It is important in most of studies which take in their nature more progress in the procedure of accurate statistical analysis which aim at getting estimators efficient. In this study, we proposed semi parametric new method to improve prediction by combining the parametric regression models represented by the least squares regression method with the non-parametric regression models represented by the Gaussian process regression. The great advantage of these models is that they contain all the positive features contained in the teacher and non-teacher model and the clarity of the interaction between the components of the teacher and non-teachers, which received wide acceptance in modern medical, economic, social and scientific studies, because of its solution to the problem of incomprehensible behavior of some variables included in the study on the one hand and for flexibility Highly enjoyed by these models on the other. The quality of the proposed method was verified by applying it to realistic and generated data using simulation. This method was also compared with the least squares regression method and Gaussian process regression using the prediction accuracy measures (MSE, RMSE, MAPE) in order to reach the best way to improve the accuracy of the prediction. The comparison that the proposed method gives the best predictive accuracy and better results in order to replicate the number of preference based on the smallest value of the values of the error measures used , because of the ability of the regression curve which ideals have an appropriate and better data representation.

Keywords: least squares Regression, Gaussian Process regression, semi parametric regression, the measurements of prediction error explanation.

*Postgraduate Student (PhD)–Dept. of Mathematical Statistics –Faculty of Science–University of Aleppo

**Assistant Professor–Dept. of Mathematical Statistics–Faculty of Science–University of Aleppo

1- مقدمة: Introduction

يعد تحليل الانحدار من أكثر الطرائق الإحصائية استعمالاً حيث يقوم ببناء نموذج إحصائي للظاهرة المدروسة لفهم العلاقة بين المتغير التابع Y ومجموعة المتغيرات المستقلة X_i من خلال تكوين صيغة رياضية معينة تدعى بنموذج الانحدار التي تقوم بتحديد طبيعة واتجاه العلاقة بين المتغيرات والتي تستخدم أيضاً في التنبؤ، ونظراً لاختلاف وتنوع الظواهر في الواقع العملي فقد وجد أكثر من نوع لنماذج الانحدار تبعاً لطبيعة الظاهرة المدروسة .

فالنوع الأول من النماذج يدعى بنماذج الانحدار المعلمي الذي يعتمد في صياغته على مجموعة من المعالم المجهولة في النموذج والتي يتم تقديرها باستخدام عدة طرائق منها طريقة المربعات الصغرى والإمكانية العظمى وغيرها من الطرائق إلا أن هذا النوع من النماذج لا يعبر عن الظاهرة المدروسة نظراً لسلوك بعض المتغيرات الداخلة في عملية التحليل سلوكاً معلمياً وبعضها الآخر سلوكاً لامعلمياً .

أما النوع الثاني فيدعى بنماذج الانحدار اللامعلمية والذي لا يتقيد بشروط صارمة من حيث التوزيع الخاص لمتغير التابع والخطأ ، ولا يتقيد بدالة معينة تفسر العلاقة بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع ويمتاز هذا النوع بمرونة في التعامل مع البيانات وكذلك سهولة تفسير نتائجه ، إلا أن هذا النوع من النماذج يعاني من مشكلة تعدد الأبعاد والتي تحصل عند زيادة عدد المتغيرات المستقلة في عملية التحليل مما يؤدي إلى تناقص دقة التقدير .

أما النوع الأخير من نماذج الانحدار فيدعى بنماذج الانحدار شبه المعلمية والذي يعد ثمرة التكامل بين نموذجي الانحدار المعلمي واللامعلمي ويمتاز هذا النوع بالمرونة العالية في التطبيق بالمقارنة مع النماذج المعلمية وكذلك فإنه يتخلص من مشكلة تعدد الأبعاد التي تظهر في النماذج اللامعلمية (Ruppert وزملائه، 2003؛ Akkus، 2011).

يعدّ أول ظهور لمصطلح شبه معلمية Semiparametric لعام 1980 من قبل الباحثين santner, Brown في مجال الإحصاءات الحيوية Biometric وفي عام 1981 تم استعمال هذا المصطلح من قبل الباحث Finnas وزملائه في مجال الرياضيات والديمغرافية ، وفي عام 1988 قدم الباحث speckman دراسة عرض فيها استعمال ممد النواة في تقدير النماذج الخطية الجزئية (Speckman، 1988) .

وفي عام 2003 قدم الباحث Millimet وزملائه دراسة تضمنت إجراء مقارنة بين نموذج شبه معلمية ونموذج معلمية عند دراستهم مشكلة تلوث الهواء في الولايات المتحدة (Millimet وزملائه، 2003).

وقد حدد Hardle وزملائه في عام 2004 تعريف الانحدار شبه المعلمية بأنه نموذج يحتوي على قسمين أحدهما معلمية بأبعاد نهائية والآخر لا معلمية بأبعاد لا نهائية (Hardle وزملائه، 2004).

وفي عام 2011 قام الباحث Aydin بتقديم بحثاً درس فيه طرائق مختلفة لتقدير معلمية التمهيد لنموذج الانحدار الخطي الجزئي شبه المعلمية عند تقدير هذا النموذج باستخدام شرائح التمهيد التكعيبيية (Aydin، 2011).

2- أهداف البحث وأهميته:

يتمثل الهدف الرئيسي للبحث في استخدام وتطوير بعض النماذج شبه المعلمية لمعالجة الأبعاد الكبيرة وتحسين عملية التنبؤ عبر اقتراح طريقة جديدة ومقارنتها مع طرائق الانحدار المعلمية واللامعلمية بهدف الوصول لأفضل طريقة لتحسين دقة التنبؤ .

تأتي أهمية البحث من كونه يسלט الضوء على أهمية تطبيق بعض النماذج شبه المعلمية في معالجة مشكلة تعدد الأبعاد التي تظهر في البيانات الحيوية والطبية وتصنيفها كطريقة بديلة للطرائق الإحصائية التقليدية التي تعالج الموضوع نفسه.

3- مواد وطرائق البحث: Materials and Methods

3-1- فرضية البحث ومشكلته :

يلاحظ في الجوانب التطبيقية للنماذج المعلمية أن أغلب البيانات تتكون من أكثر من متغير مستقل يؤثر على المتغير التابع علماً أن هذا النوع من النماذج له عيوب مختلفة منها المعرفة المسبقة بتوزيع البيانات المدروسة كما أنه في بعض الأحيان قد لا يمثل الدالة قيد الدراسة تمثيلاً كاملاً وذلك لكون بعض المتغيرات المدروسة تسلك سلوكاً معلماً وبعضها الآخر يسلك سلوكاً لاعملياً ، وأن عملية اختيار المتغيرات الخاصة بالدراسة قد يتم وفق رؤية معينة حول خاصية معينة ولكن عملية النمذجة قد لا تأخذ بعين الاعتبار مشاكل أخرى كمشاكل تعدد الأبعاد التي تحصل عند زيادة عدد المتغيرات المدروسة في النماذج اللامعلمية والتي تعتبر عملية معقدة حيث بزيادتها تزيد درجة التعقيد للنموذج المدروس .

ومن هنا تتمثل فرضية البحث في إيجاد طريقة جديدة للتنبؤ ومقارنتها مع بعض طرائق الانحدار المعلمية واللامعلمية. وتكمن مشكلة البحث في استخدام بعض النماذج شبه المعلمية لمعالجة مشكلة الأبعاد الكبيرة التي تظهر عند زيادة عدد المتغيرات المدروسة ونظراً لكون النموذج شبه المعلمي يمتلك مميزات كلا النموذجين المعلمي واللامعلمي لذا فإنه يعد نموذج وسط بين النماذج المعلمية واللامعلمية.

3-2- أنواع نماذج الانحدار:

3-2-1- نماذج الانحدار المعلمية: parametric Regression Models :

تعتبر أساليب تحليل الانحدار من أهم وأقوى أساليب التحليل الإحصائي الذي يُقيم العلاقات بين مجموعة من المتغيرات بغرض الوصول إلى صيغة تصف هذه العلاقات التي تمكننا من التنبؤ عن حصول تغير واحد أو أكثر في ضوء التغيرات الأخرى التي تتعلق بها، أي أن تحليل الانحدار طريق لتوقع نتيجة معينة اعتماداً على متحول أو عدة متحولات مستقلة. حيث أننا في تحليل الانحدار نحري توافقاً بين النموذج التنبؤي والبيانات المتوفرة لدينا أي أننا سنستخدم البيانات لتقدير نموذج يمكنه أن يصف الظاهرة بشكل جيد، ونستخدم هذا النموذج لتوقع قيمة للمتحول التابع اعتماداً على متحول أو أكثر من المتحولات المستقلة (التنبؤية)، هذا ويمكننا التنبؤ بأية بيانات اعتماداً على المعادلة العامة التالية:

$$\text{Outcome}_i = \text{model}_i + \text{error}_i \quad (1)$$

وهذا يعني أن النتيجة يمكننا الحصول عليها باستخدام نموذج ملائم لبيانات مع إضافة نوع من الخطأ، تتخذ شكل المعادلة وفقاً لنوع العلاقة التي نشاهدها من واقع البيانات الإحصائية الخاصة بهذه المتغيرات والتي يجب أن تتصف بالدقة وذلك حتى يلائم النموذج طبيعة الظاهرة (Nielsen، 2008؛ Izenman، 2009).

تدعى طريقة تحليل علاقة الانحدار معلمية إذا افترضت شكل موصوف بشكل كامل بواسطة مجموعة منتهية من المعالم. المثال النموذجي للنموذج المعلمي هو معادلة الانحدار كثيرة الحدود عندما تكون المعالم معاملات للمتغيرات المستقلة. ومن أشهر أنواع هذه النماذج نموذج الانحدار المعلمي الخطي و يوصف نموذج الانحدار المعلمي الخطي بشكل عام وفق الصيغة:

$$Y = f(X_i, \beta) + \varepsilon_i \quad (2)$$

حيث X و Y تمثل متغيرات عشوائية و $f(X_i, \beta)$ دالة خطية للمتغيرات المستقلة X_i ولمعالم مجهولة β و ε_i : الأخطاء العشوائية تتوزع وفق التوزيع الطبيعي وتكون مستقلة بمتوسط صفر وتباين ثابت σ^2 أي أن: $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$ (Hastie وزملائه، 2009؛ Nielsen، 2009).

3-2-2- نماذج الانحدار اللامعلمية: Non parametric Regression Models

هي أسلوب إحصائي مغاير لمفهوم الانحدار المعلمي ويتفق معه بالهدف النهائي وهو الحصول على أفضل تقدير لمنحني الانحدار حيث في بعض الحالات لا يستطيع نموذج الانحدار الخطي المعلمي تفسير السلوك الفردي في منحني التوزيع. كما أن الطرائق المعلمية لتقدير منحني الانحدار ليست قادرة دائماً على الحصول على معلومات كافية ، حيث تفترض الطرائق المعلمية توزيع المتغيرات المدروسة معلومة التوزيع، وبما أن هذا الافتراض لا يتحقق في أغلب التطبيقات العملية لأنه لا يأخذ في الاعتبار التأثير اللاخطي للمتغيرات المستقلة أو عدم تجانس التباين، وكذلك كون توزيع الأخطاء ليس توزيعاً طبيعياً وإنما قد يكون ثنائي المنوال Bimodal وهذه النماذج اللاخطية تتصف عادة بكثرة صيغها وعدم محدوديتها مما يولد مشكلة أخرى هي مسألة اختيار الصيغة الأكثر ملاءمة والتي قد تسبب في إدخال الباحث في مسألة تجريب النماذج والصيغ الواحدة تلو الأخرى، لذا كان من المناسب إيجاد طريقة جديدة تأخذ بالاعتبار هذا التأثير، تمثلت باللجوء إلى استخدام الطرائق اللامعلمية والتي تم اقتراحها من قبل الباحث (Jacob Wolfowitz) عام 1942 حيث أن هذه الطرائق لا تضع قيوداً أو افتراضات أو صيغاً خاصة على الدوال ، فلو كانت لدينا ظاهرة من الظواهر المختلفة ولا توجد هناك أي فرضيات تحكم العلاقة بين المتغير التابع y والمتغيرات المستقلة t_i ولا يمكن تحديد أي علاقة سواء كانت خطية أو غير خطية بينها عندها ستكون العلاقة بين المتغير التابع y والمتغيرات المستقلة t_i تسمى بالانحدار اللامعلمي والذي يأخذ النموذج التالي:

$$y_i = g(t_i) + \varepsilon_i ; i = 1, \dots, n \quad (3)$$

حيث أن $g(t_i)$ تمثل دالة التمهيد أو الانحدار اللامعلمية وهي عبارة عن دالة مجهولة يتم تقديرها بالطرائق اللامعلمية. (Ruppert وزملائه، 2003؛ Hardle ، 2004 ، Pérez؛ وزملائه، 2008) .

3-2-3- نماذج الانحدار شبه المعلمية Semi parametric Regression Models

إن الانحدار شبه المعلمي هو أسلوب إحصائي يحقق الخصائص العامة للانحدار المعلمي واللامعلمي ويتفق معهما في الغاية نفسها وهي الحصول على أفضل منحني للبيانات ويقرب أو يطابق منحني المتغير التابع بالدمج بين أساليب التقدير المعلمية واللامعلمية وتختلف طرائق تقدير معالم نموذج الانحدار شبه المعلمي باختلاف الصيغة الرياضية ولكنها بصورة عامة تكون بأسلوبين رئيسيين: الأول وهو الأكثر استخداماً من قبل الباحثين ويعني تقدير الجزء المعلمي في المرحلة الأولى بأي طريقة من طرائق التقدير المعلمية المعروفة وبعدها في المرحلة الثانية يتم تقدير الجزء اللامعلمي بأي طريقة من طرائق التقدير اللامعلمية بالاعتماد على تقديرات المرحلة الأولى أما الأسلوب الثاني وهو معاكس للأسلوب الأول حيث يتم تقدير الجزء اللامعلمي في المرحلة الأولى ، وفي المرحلة الثانية يتم تقدير الجزء المعلمي بالاعتماد على تقديرات المرحلة الأولى . إن اختيار الأسلوب الأول (معلمي ولا معلمي) يوفر للباحثين من الناحية المبدئية إمكانية تقدير عدد كبير من المنحنيات المتوافقة مع منحني المتغير التابع y ، واختيار الأسلوب الثاني (لامعلمي ومعلمي) سيوفر عدد كبير من النماذج المتوافقة وبالتالي عدد كبير من المنحنيات التقديرية لهذه النماذج .

يعد نموذج الانحدار الخطي الجزئي (Partial Linear Regression Model) من أشهر النماذج شبه المعلمية وهو النموذج الكلاسيكي المعبر عن مفهوم الانحدار شبه المعلمي وذلك لوضوح حالة التفاعل بين المكون المعلمي والمكون اللامعلمي ويرد عند الكثير من الباحثين باسم نموذج انحدار شبه معلمي بسيط ولهذا السبب فإنه كان محط اهتمام الكثير من الباحثين والذي انعكس على الأساليب المتعددة لتقدير معالمه، حيث تم اقتراحه من قبل الباحثان & Speckman و Robinson في عام 1988، وهو من النماذج التي تعتمد على متغيرات خطية معلمية وأخرى غير خطية لا معلمية ، إذ أن هذه المتغيرات الخطية واللاخطية تؤثر في المتغير التابع y ويعد هذا النموذج حالة خاصة من النماذج التجميعية (Additive Models) وكذلك يتميز بميزة وهي إمكانية تجنب مشكلة الأبعاد والتي تحدث في النماذج اللامعلمية عند زيادة

عدد المتغيرات المستقلة لذلك يكون أفضل من النماذج اللامعلمية ومن ناحية أخرى هو أكثر مرونة من النماذج المعلمية الخطية القياسية لأنها تقلل من الافتراضات الخطية المفروضة على هذه النماذج.

وسبب تسميته خطي لأنه يتضمن جزئين جزء معلمي خطي وجزء لامعلمي وترتبط هذه الأجزاء مع بعضها بعلاقة تجميعية والتي تستند على تقسيم النموذج العام إلى جزئين معلمي ولا معلمي باعتبار البيانات للجزء الأول لها نموذج معلمي بمعالم مجهولة يتم تقديرها بالطرائق المعلمية في حين للجزء الثاني تعتبر المتغيرات المستقلة متغيرة ذات صيغة مجهولة وتمهيدية يتم تقديرها بالطرائق اللامعلمية مع الإشارة إلى أن متغيرات الجزء الأول تكون مستمرة أو متقطعة أو ثنائية

(Speckman ، 1988 ، Ruppert ، وزملائه ، 2003) والصيغة العامة لهذا النوع من النماذج:

$$y_i = X_i' \beta + g(t_i) + \varepsilon_i ; i = 1, \dots, n \quad (4)$$

ويمكن التعبير عن النموذج الموصوف بالمعادلة السابقة بشكل مصفوفات كما يلي:

$$Y = X\beta + g + \varepsilon \quad (5)$$

حيث أن:

Y : متجه عمود للمتغير التابع من الدرجة $(n \times 1)$.

X : مصفوفة المتغيرات المستقلة X_0, X_1, \dots, X_k (المعلمية) من الدرجة $(n \times (k + 1))$ حيث يحوي قيم الواحد لمثيل المعامل الثابت.

β : متجه المعلمات المجهولة من الدرجة $((k + 1) \times 1)$ يحوي على معالم نموذج الانحدار المجهولة $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$ المراد تقديرها.

g : متجه دالة تمهيدية مجهولة من الدرجة $(n \times 1)$.

ε : متجه الأخطاء العشوائية من الدرجة $(n \times 1)$ وتكون مستقلة بمتوسط صفر وتباين σ^2 (Akkus، 2011).

3-3- طرائق تقدير دالة الانحدار:

3-3-1- التقدير باستخدام انحدار المربعات الصغرى:

يُعرف نموذج الانحدار الخطي بأنه نموذج انحدار خطي المعالم (كل معلمة من معالمه غير مضروبة أو مقسومة على معلمة أخرى) والآن من أجل الحالة العامة سنفترض أنه لدينا n مشاهدة من المتغير التابع y ولدينا p من المتغيرات المستقلة x_j ؛ $j = 1, \dots, p$ تسمى أيضاً بالمتغيرات المستقلة أو التنبؤية (predictor) أو المتغيرات المنحدرة (regressors). عندما يكون لدينا أكثر من متغير مستقل واحد فإننا نكون بصدد ما يدعى بتحليل الانحدار المتعدد (multiple regression analysis). هنا نتحصر مهامنا بما يلي: 1- تقدير معاملات النموذج β . 2- التنبؤ بالقيمة المتوقعة لـ y مع الإفتراض بأن y تابعة للمعاملات β وليس للمتغيرات المستقلة x_j (والتي نفترض أنها ثابتة كونها جاءت من مجموعة بيانات التدريب). ويفرض أن $n > p + 1$ (أي أن عدد مشاهدات مجموعة بيانات التدريب أكبر من عدد معالم نموذج الانحدار المراد تقديره بما في ذلك المعامل الثابت) من أجل المشاهدة i لدينا

$$y_i = f_i(\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p; x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip}) + \varepsilon_i$$

$$y_i = f_i(\beta; x_i) + \varepsilon_i \quad (6)$$

بحيث أن $\beta = [\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p]^T$ و $x_i = [1, x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip}]^T$ هي الفرق بين القيمة المتوقعة والقيمة الحقيقية للمشاهدة i .

من الآن وصاعداً سوف نُضمّن β_0 داخل النموذج، وبكتابة كل الـ n معادلة بالشكل المصفوفي نحصل على العلاقة التالية:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1p} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & \dots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{np} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_p \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

أو يمكن كتابتها بالشكل

$$Y = X\beta + \varepsilon \quad (7)$$

بحيث أن X مصفوفة المدخلات لها الحجم $(n, p + 1)$ ، Y متجه المخرجات له الحجم $(n, 1)$ ، و β متجه معالم نموذج الانحدار له الحجم $(p + 1, 1)$ ، و ε متجه الأخطاء أو البواقي وله الحجم $(n, 1)$ ولها توقع معدوم $E(\varepsilon) = 0$ والآن لتقدير معالم النموذج لدينا عدة طرق لكن أشهرها هي طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية (OLS).

تفترض طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية (Ordinary Least squares) بأن مصفوفة التباين أو التباين لـ Y متناسبة مع المصفوفة الواحدية أي أن جميع البواقي لها نفس التباين $\text{Var}(Y) = \text{Var}(\varepsilon) = \sigma^2 I_n$ وهي مستقلة عن بعضها البعض. في هذه الطريقة نأخذ المعاملات β ليكون نصف مجموع مربعات البواقي (الأخطاء) أصغرياً

$$\begin{aligned} \varepsilon &= \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (y_i - x_i^T \beta)^2 = \frac{1}{2} (Y - X\beta)^T (Y - X\beta) \\ &= \frac{1}{2} (Y^T Y - Y^T X\beta - \beta^T X^T Y + \beta^T X^T X\beta) \\ &= \frac{1}{2} (Y^T Y - 2\beta^T X^T Y + \beta^T X^T X\beta) \end{aligned} \quad (8)$$

بحيث تكون أعمدة المصفوفة X مستقلة خطياً والمشتق الثاني $\frac{d^2(\varepsilon)}{d\beta d\beta^T} = X^T X$ موجب تماماً. وبهذا يكون لـ ε قيمة أصغرية. إن المصفوفة $X^T X$ هي مصفوفة متناظرة أي أن $X^T X = (X^T X)^T$ ولها الحجم $(p + 1, p + 1)$ وبلاشتقاق بالنسبة لـ β مع الفرض بأن قيمة هذا المشتق معدوم ($\frac{d(\varepsilon)}{d(\beta)} = 0$) يكون الحل كالتالي

$$\frac{d(\varepsilon)}{d(\beta)} = -X^T Y + X^T X\beta \quad (9)$$

ومنه يكون: $X^T X\hat{\beta} = X^T Y$ ويصبح مقدر المربعات الصغرى المطلوب كما يلي:

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T Y \quad (10)$$

(Nielsen وزملائه، 2009).

3-3-2- التقدير باستخدام انحدار العملية الغاوصية:

يستخدم انحدار العملية الغاوصية (Gaussian Process Regression) أو اختصاراً (GPR) في تقنيات التعلم الآلي. قُدِّمَت طَرِيقَةُ العملية الغاوصية كأداة للانحدار (Regression) في مجال التعلم الآلي، لأول مرة من قبل العالمين Rasmussen و Williams عام 1996 حيث قاموا بوصف تحسين المعلمات في دالة التباين والتي كانت مستوحاة من استخدام العملية الغاوصية مع الشبكات العصبونية، وقد تم استخدامها في تطبيقات مختلفة مثل التنبؤ بالنفوذية الجدية من المواد الكيميائية والتنبؤ بتركيز الأوزون في الهواء (Bishop، 2007؛ Rasmussen و Williams، 2006).

ليكن لدينا $g = (g_1(\cdot), g_2(\cdot), g_3(\cdot), \dots, g_d(\cdot))^T$ مُتَّجَةٌ ذو d بُعد من الدوال عندئذ تسمى العملية العشوائية $\{g(x): x \in \chi\}$ بعملية غاوص (بحيث أن χ هو فضاء المدخلات) إذا كان مُتَّجَةٌ المتغيرات العشوائية X_1, X_2, \dots, X_d يتوزع وفق التوزيع الطبيعي المتعدد بمتوسط μ و مصفوفة تباين K ، تُعرف عملية غاوص كتوزيع على الدوال $P(g(x))$ بحيث أن $g(x)$ هي دالة معرفة على فضاء المدخلات χ كما يلي: $g: \chi \rightarrow \mathbb{R}$

أي أن العملية الغاوسية هي مجموعة من المتغيرات العشوائية المستمرة محدودة الأبعاد والتي كل منها يخضع للتوزيع الطبيعي وتكون جميع توزيعاتها هي توزيعات طبيعية، وتعتبر عملية غاوص (GP) من أهم تقنيات التعلم الآلي (Rasmussen و Williams، 2006؛ Liu وزملاؤه، 2017).

لتكن لدينا $\mu(x)$ دالة متوسط و $k(x, x')$ دالة تغاير معرفتان كما يلي:

$$\mu(x) = E[g(x)]$$

$$k(x, x') = Cov(g(x), g(x')) = E[(g(x) - \mu(x))(g(x') - \mu(x'))]$$

بحيث $x, x' \in \mathcal{X}$ عندئذٍ العملية الغاوصية (GP) تأخذ الشكل التالي:

$$\begin{bmatrix} g(x_1) \\ \vdots \\ g(x_d) \end{bmatrix} \sim N_d \left(\begin{bmatrix} \mu(x_1) \\ \vdots \\ \mu(x_d) \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} k(x_1, x_1) & k(x_1, x_2) & \cdots & k(x_1, x_d) \\ k(x_2, x_1) & k(x_2, x_2) & \cdots & k(x_2, x_d) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ k(x_d, x_1) & k(x_d, x_2) & \cdots & k(x_d, x_d) \end{bmatrix} \right) \quad (11)$$

ونرمز لذلك بالرمز:

$$P(g(x)) = \mathcal{GP}(\mu(x), k(x, x')) \quad (12)$$

نسمي الدالة $k(x, x')$ بدالة التغاير أو دالة النواة (نواة التغاير) وهي دالة موجبة محدودة ولها عدة أنواع (Bishop، 2007)، ليكن Y متغير تابع و X متغيرات عشوائية ذو d بُعد، يعطى نموذج الانحدار اللامعلمي وفق العلاقة:

$$y = g(x) + \varepsilon, \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma^2) \quad (13)$$

بحيث أن: $g(x)$ هي دالة مجهولة أما في الانحدار المعلمي تكون معلومة، تعاني الطرائق اللامعلمية من مشكلة تعدد الأبعاد (curse of dimensionality) عندما يتم تطبيقها مع المتغيرات المتعددة (أي عندما تكون d كبيرة)، لقد تم تطوير مجموعة متنوعة من النماذج البديلة للتغلب على هذه المشكلة منها نموذج انحدار العملية الغاوصية (GPR).

إن نموذج انحدار العملية الغاوصية هو نموذج لامعلمي، وهذا يعني بأنه لا يفترض شكل معين للدالة المدروسة ولكن يتم تحديد شكل العلاقة بين المدخلات والأهداف بالكامل من خلال البيانات التي قد تتضمن عدد غير محدود من الدوال، وتكون الدالة الأساسية التي تنتج البيانات مجهولة ولكن يتم توليد التنبؤات من خلال مجموعة من الدوال التي تخضع لتوزيع غاوص في فضاء الدوال، ويعتبر نموذج انحدار العملية الغاوصية من أحدث طرائق التنبؤ، وهو من نماذج بايز الاحتمالية، ففي معظم طرائق انحدار بايز يتم إيجاد معلومات مسبقة عن معاملات النموذج، وبعد ذلك يتم وضع شروط على البيانات لإعطاء معاملات النموذج اللاحق (البعدي)، حيث يمكن صياغة هذه المعلومات المسبقة بشكل توزيع احتمالي يسمى التوزيع القبلي و يحدد نموذج بايز المعلومات المجهولة للنموذج القبلي بينما يحدد نموذج عملية غاوص علاقات الدوال القبلي مباشرة بين مدخلات الاختبار ومدخلات ومخرجات التدريب (Rasmussen و Williams، 2006؛ Liu وزملاؤه، 2017). لنفترض لدينا مجموعة من البيانات $\{(x_i, y_i)\}_{i=1}^n$ بحيث تشير $x_i \in \mathbb{R}^d$ إلى المدخلات والتي لها d بُعد وتشير $y_i \in \mathbb{R}$ إلى القيم الحقيقية للنواتج و n إلى عدد البيانات، عندئذٍ يأخذ نموذج انحدار العملية الغاوصية (GPR) الشكل التالي:

$$y_i = g(x_i) + \varepsilon_i; \quad i = 1, \dots, n, \quad \varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2) \quad (14)$$

بحيث أن: $g(x) \sim \mathcal{GP}(\mu(x), k(x, x'))$ و $\mathcal{GP}(\mu(x), k(x, x'))$ هي عملية غاوص القبلي (Gaussian process prior) مع دالة متوسط $\mu(x)$ ودالة تغاير $k(x, x')$ وبالتالي يعطى نموذج انحدار العملية الغاوصية وفق العلاقة:

$$y = \mathcal{GP}(\mu(x), k(x, x')) + \sigma_n^2 \delta(x, x') \quad (15)$$

بحيث أن: $\delta(x, x')$ دالة دلتا كرونكير (Kronecker delta) و $\delta(x, x') = 0$ عندما $x \neq x'$ و $\delta(x, x') = 1$ عندما $x = x'$ و σ_n^2 تباين الضجيج العشوائي ومن الشائع أيضاً أن نفترض $\mu(x) = 0$ أي (دالة المتوسط للعملية الغاوسية القبلية معدومة) عندئذ يأخذ نموذج انحدار العملية الغاوسية الشكل التالي:

$$y \sim \mathcal{GP}(0, k(x, x')) + \sigma_n^2 \delta(x, x') \quad (16)$$

تم تصميم مجموعة متنوعة من دوال النواة، وسيتم في هذا البحث استخدام دالة النواة الغاوسية والموضحة وفق العلاقة الآتية:

$$k(x, x') = e^{-\frac{\|x-x'\|^2}{2\sigma^2}} \quad (17)$$

بحيث أن: $\|x - x'\| = \sqrt{(x - x')^T (x - x')}$ تشير إلى طول الشعاع $(x - x')$ أو نظيم الفرق بين قيمتين

x, x' و σ معامل دالة نواة غاوص (Rasmussen و Williams، 2006).

3-3-3- التقدير باستخدام الانحدار شبه المعلمي: (الطريقة المقترحة لتحسين التنبؤ)

يملك كل من نموذجي انحدار المربعات الصغرى الاعتيادية (OLS) وانحدار العملية الغاوسية GPR إمكانيات وخواص مختلفة عند وصف سلوك وسمات منحنى الانحدار ضمن الأنماط الخطية وغير الخطية، لذا فإن النموذج المقترح في هذا البحث يتكوّن من مركبات كلا النموذجين بحيث نستطيع باستخدام النموذج المقترح نمذجة الأنماط المختلفة لنموذج الانحدار وتحسين مُجمل سلوك التنبؤ.

إن الهدف الرئيسي من استخدام هذه الطريقة المقترحة يتمثل بمحاولة تمثيل النموذج للبيانات بالشكل الصحيح أو حتى قريب من الصحة ومحاولة الابتعاد عن عدم تمثيل المجتمع تمثيلاً غير أمثل، حيث أن هذه الطريقة تعتمد على كون نموذج الانحدار من النوع المدمج بين كلاً من النموذج المعلمي ذو صيغة معروفة ومجهولة المعالم ضمن الأنماط الخطية ونموذج لا معلمي لدالة انحدار مجهولة الصيغة ضمن الأنماط غير الخطية، وبالتالي يُمكن التعبير عن y_i (مجموعة البيانات الأصلية) كما يلي:

$$y_i = (1 - u) \cdot f(X_i, \beta) + u \cdot g(t_i) + \varepsilon_i \quad ; i = 1, \dots, n \quad (18)$$

حيث تشير: $f(X_i, \beta)$ إلى دالة الانحدار المعلمي بمعالم مجهولة وصيغة معلومة وهي دالة خطية.

في حين تشير: $g(t_i)$ إلى دالة الانحدار اللامعلمية وهي دالة غير خطية.

أما u فتشير إلى معلمة الدمج بحيث أن: $0 < u < 1$.

ويتم تقدير \hat{y}_i من خلال مجموعة البيانات المدروسة بثلاث مراحل:

أولاً: يتم تقدير قيم $f(X_i, \beta)$ باستخدام طريقة انحدار المربعات الصغرى الاعتيادية (OLS) (أي أننا سنقوم بالتنبؤ بالبيانات الأصلية التي لدينا باستخدام نماذج انحدار المربعات الصغرى الاعتيادية وذلك فقط من أجل المتغيرات المستقلة الخطية)، وبعدها يتم تقدير معلمة الدمج u باستخدام طريقة انحدار المربعات الصغرى الاعتيادية (OLS).

ثانياً: يتم تقدير دالة الانحدار اللامعلمية $g(t_i)$ باستخدام طريقة انحدار العملية الغاوسية GPR (أي أننا سنقوم بالتنبؤ بالبيانات التي لدينا باستخدام نماذج انحدار العملية الغاوسية وذلك فقط من أجل المتغيرات المستقلة غير الخطية)

ثالثاً: يتم جمع التقديرين اللذان حصلنا عليهما باستخدام نموذجي التنبؤ المُستخدمين، وبالتالي فإن النموذج المقترح للتنبؤ بالبيانات هو:

$$\hat{y}_i = (1 - \hat{u}) \cdot f(X_i, \hat{\beta}) + \hat{u} \cdot \hat{g}(t_i) \quad ; i = 1, \dots, n \quad (19)$$

وبتعويض العلاقتين (10) و (16) في العلاقة (19) تنتج لدينا العلاقة التالية التي تمثل النموذج المقترح التالي:

$$\hat{y}_i = (1 - \hat{u}) (X^T X)^{-1} X^T Y + \hat{u} [GP(0, k(x, x')) + \sigma_n^2 \delta(x, x')] \quad (20)$$

بحيث $\delta(x, x')$, $k(x, x')$ قد تم شرحها ضمن الفقرة (5-2-2) مع الإشارة إلى أن \hat{u} يرمز إلى مقدر المربعات الصغرى لمعلمة الدمج وعندما $\hat{u}=0$ فإن المقدر \hat{y}_i المعطى وفق العلاقة (20) سوف يمثل المقدر المعلمي لدالة الانحدار المعطى وفق العلاقة (10)، أما عندما $\hat{u}=1$ فإن المقدر \hat{y}_i سوف يمثل المقدر اللامعلمي لدالة الانحدار المعطى وفق العلاقة (16).

3-4- الجانِب التطبيقِي:

بغرض اختبار أداء الطريقة المقترحة في تحسين التنبؤ فمنا بتطبيق الطريقة المقترحة شبه المعلمية وطريقتي انحدار المربعات الصغرى وانحدار العملية الغاوصية على مجموعتي بيانات واقعية ومولدة.

3-4-1-البيانات الواقعية:

جمعت البيانات من سجلات أبقار الفريزيان (Friesian) العائدة إلى محطة أبقار جب رملة الواقعة في منطقة الغاب التابعة للمؤسسة العامة للمباقر في محافظة حماة والبالغ عددها 40 بقرة فريزيان ، حيث كانت الأبقار في حظائر مغلقة ، وتتم الحلابة والتغذية داخل الحظائر، وتخضع لنفس الظروف من التغذية والخدمة والرعاية وكان نظام التغذية ثابتاً في المحطة، وعدد مرات الحلابة مرتين يومياً (صباحاً ومساءً) وكان نظام التلقيح المتبع في المحطة هو التلقيح الاصطناعي.

تمثل مجموعة البيانات الواقعية كمية إنتاج الحليب الفعلي/كغ/ وطول موسم الحليب /يوم/ وطول المدة من الولادة إلى أول تلقيح /يوم/ ومدة الحياة الانتاجية /سنة/ و فترة الجفاف /يوم/ ومتوسط عدد مرات التلقيح ودليل المثابرة على الإنتاج.

يهدف نموذج التنبؤ المراد بناءه إلى تقدير كمية إنتاج الحليب الفعلي للأبقار عن طريق معرفة طول موسم الحليب و طول المدة من الولادة إلى أول تلقيح ومدة الحياة الانتاجية وفترة الجفاف ومتوسط عدد مرات التلقيح ودليل المثابرة على الإنتاج.

بحيث تمثل كمية إنتاج الحليب الفعلي المتغير التابع Y ، بينما يمثل طول موسم الحليب المتغير الأول المستقل X_1 ويمثل طول المدة من الولادة إلى أول تلقيح المتغير الثاني المستقل X_2 ، ومدة الحياة الانتاجية تمثل المتغير الثالث المستقل X_3 ، و فترة الجفاف تمثل المتغير الرابع المستقل X_4 ، ويمثل متوسط عدد مرات التلقيح المتغير الخامس المستقل X_5 ، ويمثل دليل المثابرة على الإنتاج المتغير السادس المستقل X_6 .

ومن خلال تمثيل العلاقة بين المتغيرات المستقلة المدروسة لاحظنا بأن المتغيرين المستقلين X_1 و X_2 خطيين وبقية المتغيرات غير خطية حيث أننا في هذا البحث نعالج مشكلة وجود حالة من البيانات فيها جزء خطي وجزء غير خطي ونقوم بتقدير الجزء الخطي بالاعتماد على الطريقة المعلمية والجزء الغير خطي نقوم بتقديره بالاعتماد على الطريقة اللامعلمية

3-4-2-البيانات المولدة:

يوجد العديد من المشاكل التي يصعب وضعها في قالب رياضي سهل الحل وذلك بسبب تعدد وكثرة المتغيرات والقيود فيها، لذلك تستخدم طريقة المحاكاة لإيجاد الحل الأمثل لهذه الحالات وتقوم طريقة المحاكاة على إيجاد الوسيلة التي يستطيع بها الباحث دراسة المشكلة وتحليلها على الرغم من وجود الصعوبات في التعبير عنها بنموذج رياضي، وحتى يتم إجراء المحاكاة لأي نظام لابد أن تتوفر لدينا معلومات كافية عن أجزاء النظام وخصائصه حتى نستطيع فهم النظام والتنبؤ بالطريقة التي يعمل بها (Law وزملائه،2000).

إن التنوع الكبير في النماذج ناتج من تنوع الظواهر التي تمثلها وقد تم اختيار نموذج من بعض النماذج التي تتناسب الطرائق المستخدمة في هذا البحث، حيث تم استخدام تجارب المحاكاة في توليد مجموعة من البيانات العشوائية باستخدام دالة معطاة وفق العلاقة (Schimek، 2000، Wang وزملائه، 2004) :

$$Y = 1 - X_1 + X_2 - 3X_3^2 + 3X_4^3 \quad (21)$$

وتم إضافة ثلاثة حالات مختلفة للضجيج العشوائي (تشويش) وفق التوزيع الطبيعي بتوقع رياضي معدوم وبانحراف معياري قدره $(\sigma = 0.1, \sigma = 0.5, \sigma = 1)$ وعند الحالات المختلفة لحجوم العينات $(n=10, n=50, n=100, n=200)$ وبتكرار قدره $(L = 500)$.

3-4-3- منهجية اختبار الطريقة المقترحة:

تعتبر الدقة معياراً لاختيار النموذج الأمثل للتنبؤ، ويُقصد بالدقة فُدرة نموذج التنبؤ على إعادة إنتاج البيانات الأصل للعينة المدروسة، ومنه فإن الاختيار المناسب لمقياس دقة التنبؤ يؤثر إيجاباً في تحديد فاعلية نموذج التنبؤ المُستخدم وتعمل مقاييس دقة التنبؤ القياسية بشكل عام على مفهوم الفرق بين القيم الأصلية والقيم المُتوقَّعة أو المُتنبئ بها، وهو ما ندعوه بخطأ التنبؤ، وكلما كان مقدار الفرق قليلاً كانت دالة التنبؤ أفضل وأدق، يوجد العديد من مقاييس دقة التنبؤ، وعادةً لا يتم الاعتماد على مقياس واحد في عملية ضبط نموذج التنبؤ. تعتبر المقاييس التالية: $MSE, RMSE, MAPE$ من أفضل مقاييس المقارنة بين نماذج تنبؤ مختلفة تم بناؤها باستخدام نفس مجموعة بيانات التدريب (Hyndman و Koehler، 2006). وقد اعتمدنا في بحثنا هذا على هذه المقاييس كونها تلائم طبيعة البحث ويتم حسابهم كما يلي:

$$MSE = \text{mean}(e_i^2) \quad \text{متوسط مربعات الأخطاء} \quad \text{Mean squared error}$$

$$RMSE = \sqrt{MSE} \quad \text{جذر متوسط مربعات الأخطاء} \quad \text{Root mean squared error}$$

$$MAPE = \text{mean}(|e_i/y_i|) \quad \text{متوسط القيم المطلقة للأخطاء النسبية} \quad \text{Mean absolute percentage error}$$

بحيث يحسب خطأ التنبؤ من العلاقة: $e_i = y_i - \hat{y}_i$ (يُدعى خطأ التنبؤ في بعض المراجع بالبقايا residuals) (Hardle وزملاؤه، 2004).

وبهدف تطبيق الطرائق الثلاثة تم كتابة برنامج نصي باللغة البرمجية R (لغة برمجية إحصائية)، حيث تستطيع هذه اللغة القيام بالعديد من تحليلات البيانات بحيث يتم تنظيم هذه التحليلات ضمن ما يسمى بالحزم Packages مما يعني قدرة الباحثين على تطوير البرامج المختلفة الأمر الذي ساهم بانتشار استخدامها في المجالات الأكاديمية (Cotton، 2013، Matloff، 2011).

لتنفيذ هذا البحث تم الاستفادة من الحزمة kernlab بهدف تطبيق انحدار العملية الغاوصية، في المرحلة الأولى قُمنّا بتطبيق نموذج انحدار المربعات الصغرى على مجموعتي البيانات الواقعية والمولدة وتم تقدير المعالم المجهولة و حساب قيم مقاييس الأخطاء الثلاثة ($MSE, RMSE, MAPE$) للحكم على جودة أداء كل طريقة من طرائق التنبؤ.

وفي المرحلة الثانية قُمنّا بتطبيق نموذج انحدار العملية الغاوصية على مجموعتي البيانات الواقعية والمولدة وتم الاعتماد على دالة النواة الغاوصية بالعلاقة (17) كدالة نواة وتم حساب قيم مقاييس الأخطاء الثلاثة ($MSE, RMSE, MAPE$) للحكم على جودة أداء كل طريقة من طرائق التنبؤ.

وفي المرحلة الثالثة قُمنّا بتطبيق النموذج المقترح على مجموعتي البيانات الواقعية والمولدة وتم اعتماد على نفس قيم المعاملات المحسوبة في المرحلتين السابقتين وتم أيضاً حساب قيم مقاييس الأخطاء الثلاثة ($MSE, RMSE, MAPE$) ولكن بالنسبة لطريقة انحدار المربعات الصغرى أخذنا المتغيرات المستقلة الخطية فقط في كلا مجموعتي البيانات وأما طريقة انحدار العملية الغاوصية أخذنا المتغيرات المستقلة غير الخطية.

4- النتائج:

سنقوم الآن بعرض النتائج التطبيقية على كل من مجموعتي البيانات: بعد التطبيق العملي ظهرت لدينا النتائج الموضحة بالجدول والأشكال كما يلي:

الجدول رقم (1) قيم المعاملات المستخدمة ضمن مجموعة البيانات الواقعية

معامل دالة النواة الغاوصية σ	معامل انحدار العملية الغاوصية σ_n	قيمة معلمة الدمج u	معاملات انحدار المربعات الصغرى						
			b0	b1	b2	b3	b4	b5	b6
0.1379639	0.559560847	0.675	0.376	2.9253	2.0191	-91.8679	-2.4632	377.1494	46.3166

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات اللغة البرمجية R

بعد تطبيق الطريقة المقترحة وطريقة انحدار العملية الغاوصية وطريقة انحدار المربعات الصغرى وفق المعاملات الموضحة بالجدول رقم (1) على مجموعة بيانات أبقار الفريزيان الواقعية وحساب قيم مقاييس الأخطاء لكل طريقة ظهرت لدينا النتائج التالية:

الجدول رقم (2): نتائج تطبيق الطرائق الثلاثة على مجموعة البيانات الواقعية

طريقة انحدار المربعات الصغرى			طريقة انحدار العملية الغاوصية			الطريقة المقترحة		
MSE	RMSE	MAPE	MSE	RMSE	MAPE	MSE	RMSE	MAPE
1.180709	1.086605	0.1264899	1.352927	1.163154	0.135126	1.005879	1.002935	0.1198439

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات اللغة البرمجية R

وبإعادة الحسابات بالنسبة لمجموعة البيانات المولدة باستخدام تجارب المحاكاة وعند الحالات المختلفة لحجوم العينات ($n=10, n=50, n=100, n=200$) والحالات الثلاثة المختلفة للضجيج العشوائي ($\sigma=0.1, \sigma=0.5, \sigma=1$) ظهرت لدينا النتائج التالية:

الجدول رقم (3) قيم المعاملات المستخدمة ضمن مجموعة البيانات المولدة

حجم العين n	الانحراف المعياري σ	قيمة معلمة الدمج u	معامل دالة النواة الغاوصية σ	معامل انحدار العملية الغاوصية σ_n	معاملات انحدار المربعات الصغرى			
					b1	b2	b3	b4
10	0.1	0.989	0.6225617	0.132431673	-2.016	3.078	-3.063	3.002
	0.5	0.647	0.6548663	0.029609287	-2.079	3.390	-3.317	3.009
	1	0.577	0.6225617	0.393339303	-2.157	3.781	-3.634	3.019
50	0.1	0.9989	0.5748172	0.050811268	-2.058	3.008	-2.983	3.084
	0.5	0.979	0.574817213	0.205103008	-2.290	3.042	-2.916	3.418
	1	0.879	0.57481721377	0.363951507	-2.580	3.085	-2.833	3.837
100	0.1	0.9892	0.5692009	0.121105095	-1.999	3.027	-3.008	2.972
	0.5	0.997	0.56920092061	0.192488998	-1.994	3.137	-3.041	2.861
	1	0.9987	0.5692009206113	0.386797548	-1.989	3.273	-3.081	2.722
200	0.1	0.8657	0.5664197	0.086746695	-2.032	3.002	-2.992	3.034
	0.5	0.998	0.5664197344075	0.184551292	-2.159	3.008	-2.959	3.169
	1	0.898	0.566419734448	0.396750565	-2.318	3.016	-2.919	3.338

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات اللغة البرمجية R

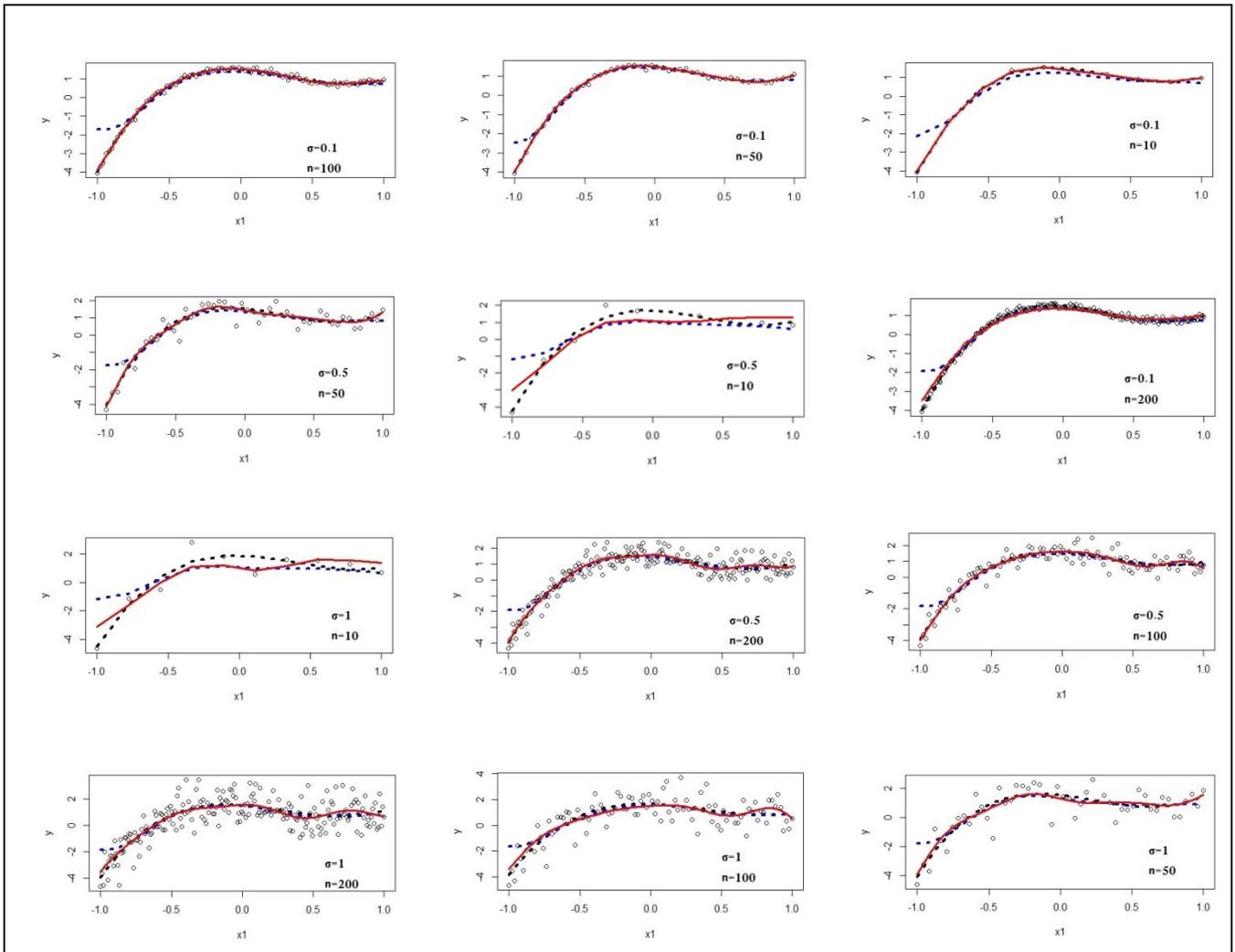
بعد تطبيق الطرائق الثلاثة وفق المعاملات الموضحة بالجدول رقم (3) على مجموعة البيانات المولدة باستخدام تجارب المحاكاة وعند الحالات المختلفة لحجوم العينات ($n=10, n=50, n=100, n=200$) والحالات الثلاثة المختلفة للضجيج العشوائي ($\sigma=0.1, \sigma=0.5, \sigma=1$) وحساب قيم مقاييس الأخطاء لكل طريقة ظهرت لدينا النتائج التالية:

الجدول رقم (4): نتائج تطبيق الطرائق الثلاثة على مجموعة البيانات المولدة

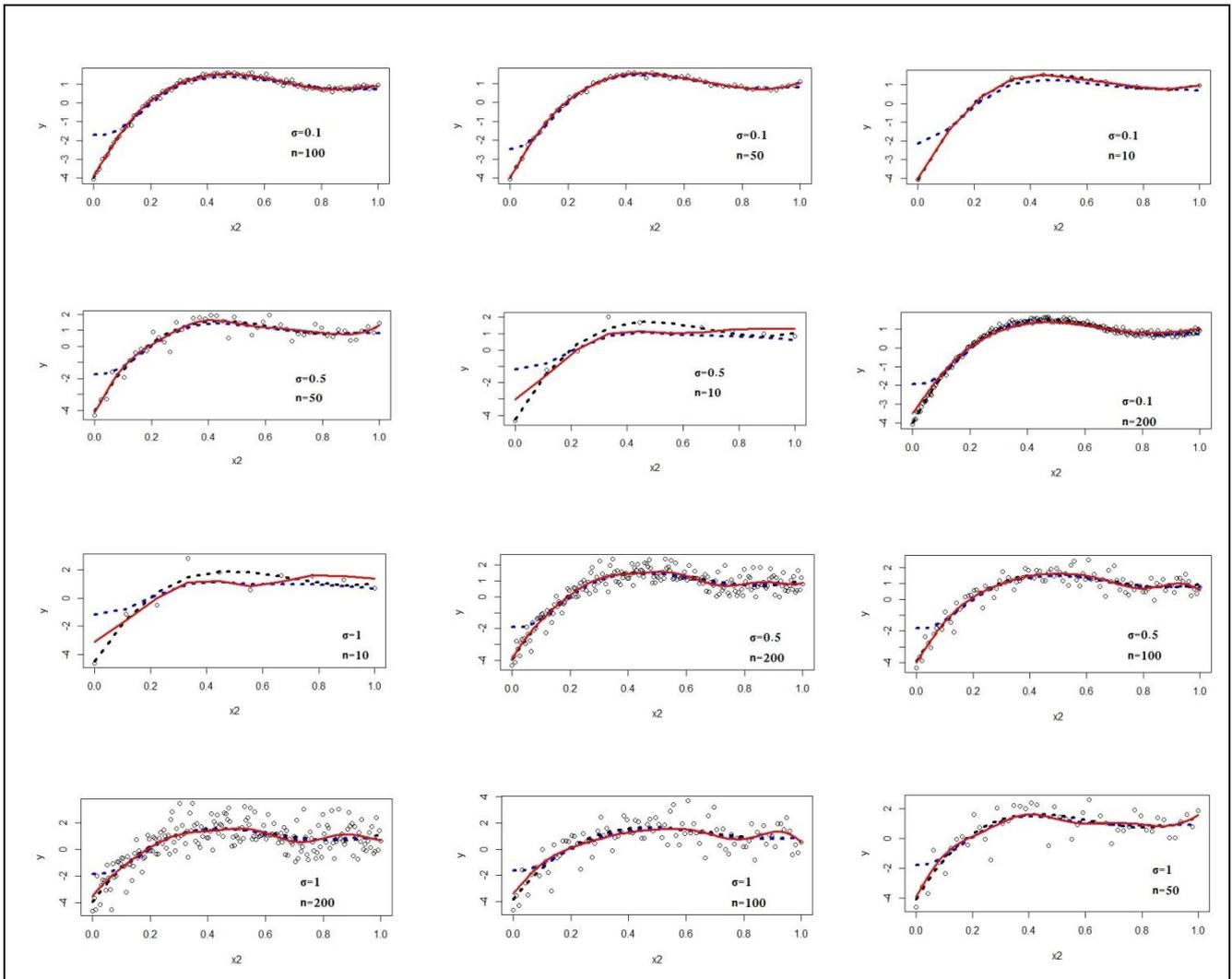
حجم العينة n	الانحراف المعياري σ	طريقة انحدار المربعات الصغرى			طريقة انحدار العملية الغاوصية			الطريقة المقترحة		
		MSE	RMSE	MAPE	MSE	RMSE	MAPE	MSE	RMSE	MAPE
10	0.1	0.00471979	0.068700	0.07128219	0.400048	0.632493	0.209931	0.002842	0.053318	0.05665
	0.5	0.1179948	0.343503	0.7287599	1.222484	1.10566	0.580972	0.359109	0.599257	0.40222
	1	0.4719791	0.687007	0.5790334	1.751465	1.323429	0.53271	0.688230	0.829596	0.46033
50	0.1	0.00656648	0.081033	0.07524147	0.091179	0.301959	0.131244	0.006545	0.080905	0.07421
	0.5	0.1641621	0.405169	0.4510113	0.403561	0.635265	0.478150	0.153032	0.391194	0.42555
	1	0.6566486	0.810338	3.128822	0.908080	0.952932	3.070814	0.641103	0.800689	2.81080
100	0.1	0.00796041	0.089221	0.1079193	0.203568	0.451186	0.268915	0.007754	0.088062	0.09431
	0.5	0.1990102	0.446105	0.7356406	0.359619	0.599682	0.736764	0.184351	0.429361	0.68489
	1	0.796041	0.892211	1.960669	0.953636	0.976543	1.762315	0.736444	0.858163	1.69462
200	0.1	0.00851910	0.092299	0.09052244	0.140584	0.374945	0.177091	0.027292	0.165205	0.13139
	0.5	0.2129776	0.461495	2.58647	0.330668	0.575038	2.294292	0.200364	0.447621	2.71725
	1	0.8519106	0.92299	1.716151	0.94982	0.974605	1.620708	0.827497	0.909669	1.69805

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات اللغة البرمجية R

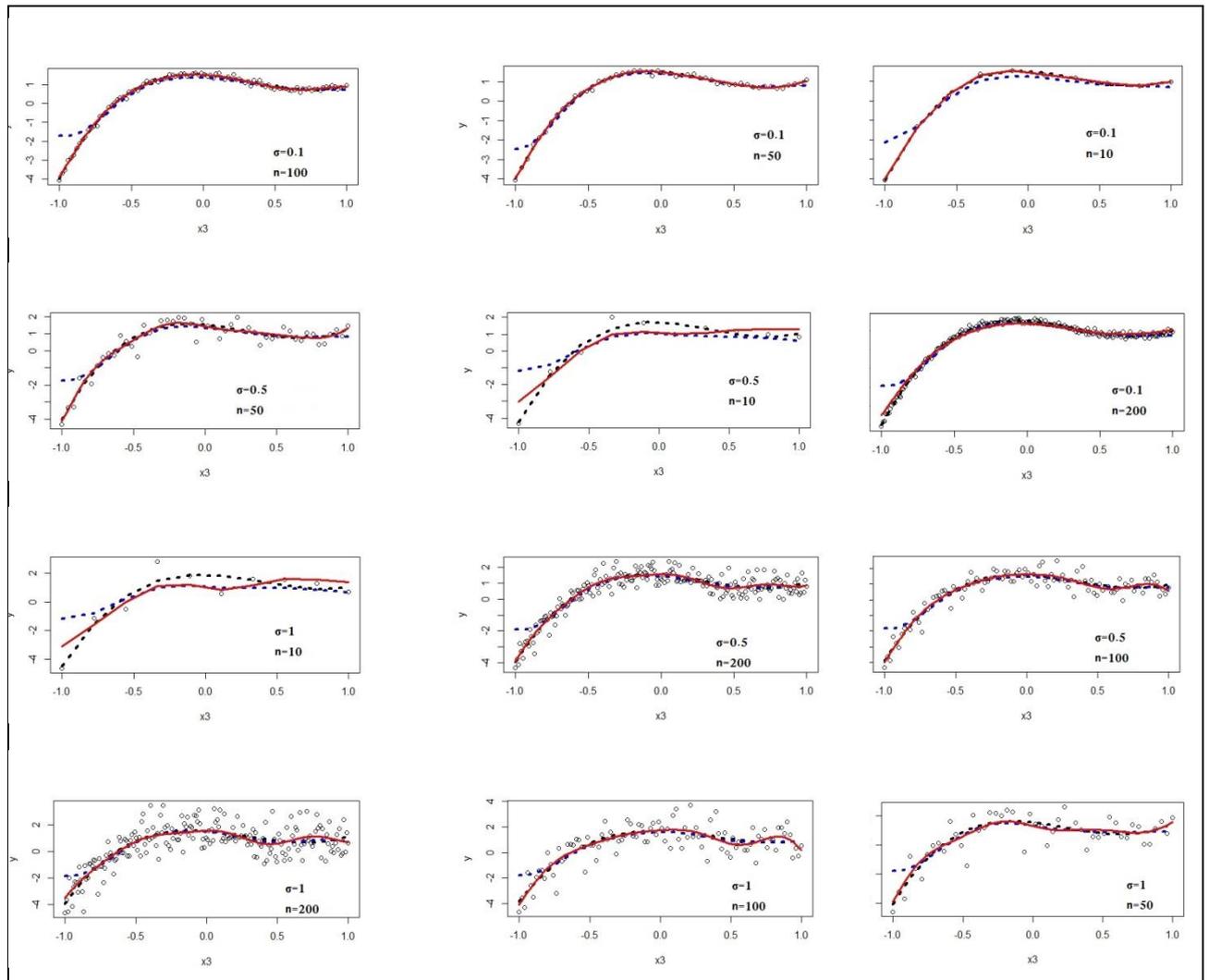
سنقوم الآن باستعراض منحنيات الانحدار الناتجة وفق الطرائق الثلاثة في حالة البيانات المولدة باستخدام المتغير التابع Y والمتغيرات المستقلة X_1, X_2, X_3, X_4 , مع إضافة أربع حالات مختلفة لحجوم العينات (n=10, n=50, n=100, n=200) وثلاث حالات مختلفة للضجيج العشوائي ($\sigma = 0.1, \sigma = 0.5, \sigma = 1$) حيث تم الرسم باستخدام اللغة البرمجية R باستخدام التعليمتين plot و lines.



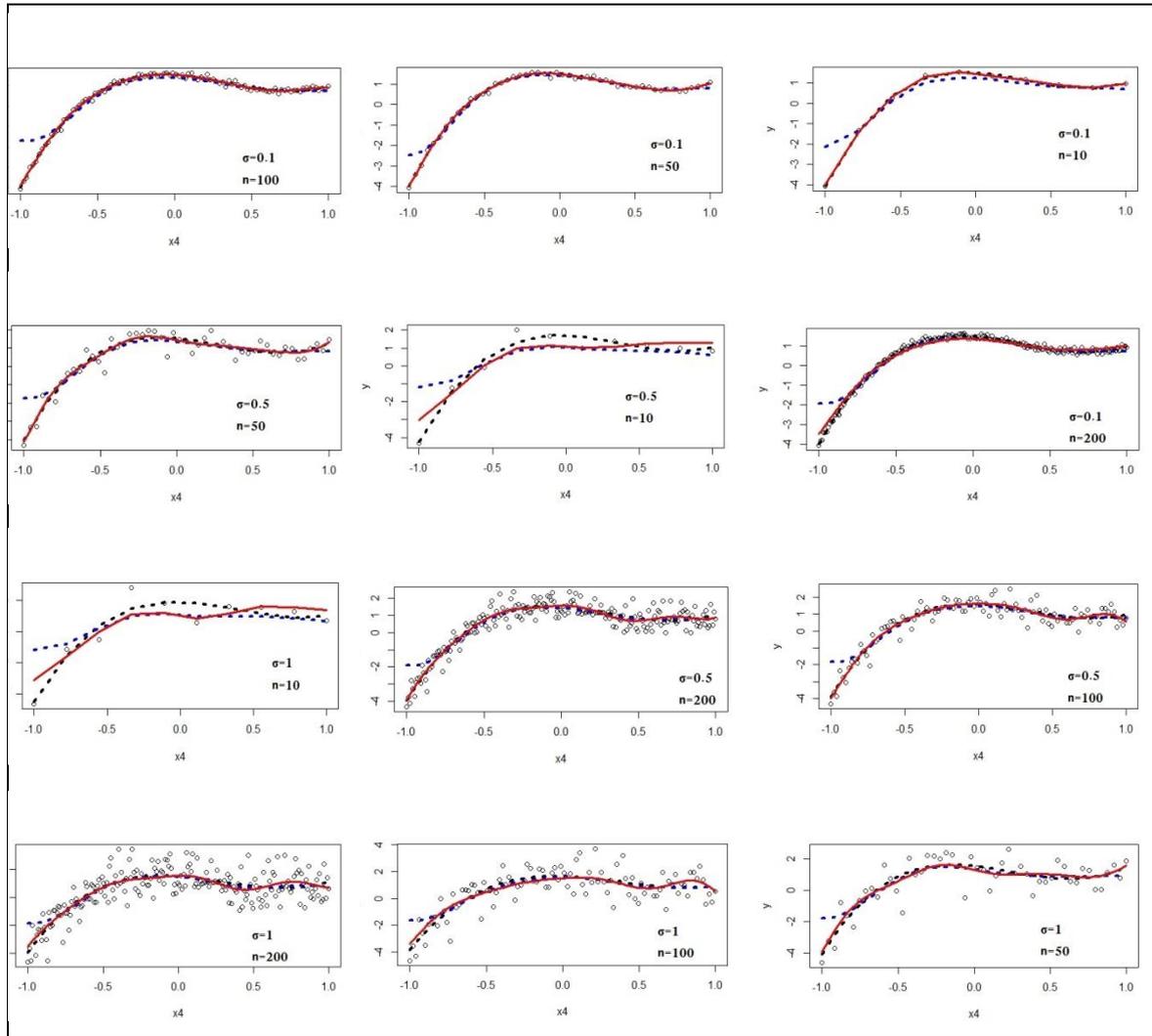
الشكل رقم (1): مقارنة منحنيات الانحدار بالطرائق الثلاثة في حالة البيانات المولدة باستخدام المتغير التابع Y والمتغير المستقل X_1 مع إضافة أربع حالات مختلفة لحجوم العينات و ثلاث حالات مختلفة للضجيج العشوائي



الشكل رقم (2): مقارنة منحنيات الانحدار بالطرائق الثلاثة في حالة البيانات المولدة باستخدام المتغير التابع Y والمتغير المستقل X_2 مع إضافة أربع حالات مختلفة لحجوم العينات و ثلاث حالات مختلفة للضجيج العشوائي



الشكل رقم (3): مقارنة خطوط منحنيات بالطرائق الثلاثة في حالة البيانات المولدة باستخدام المتغير التابع Y والمتغير المستقل X_3 مع إضافة أربع حالات مختلفة لحجوم العينات و ثلاث حالات مختلفة للضجيج العشوائي



الشكل رقم (4): مقارنة منحنيات الانحدار بالطرائق الثلاثة في حالة البيانات المولدة باستخدام المتغير التابع Y والمتغير المستقل X_4 مع إضافة أربع حالات مختلفة لحجوم العينات و ثلاث حالات مختلفة للضجيج العشوائي
5- المناقشة:

يُظهر الجدول رقم (2) من اليسار إلى اليمين اسم الطريقة المستخدمة وقيم مقاييس الأخطاء الثلاثة (RMSE، MSE، MAPE) على مجموعة البيانات الواقعية . نلاحظ من الجدول رقم (2) بأنه كان للطريقة المقترحة قيمة أصغر لمقاييس الأخطاء الثلاثة (RMSE، MSE، MAPE) من قيم مقاييس الأخطاء الناتجة عن التطبيق المفرد لطريقتي انحدار المربعات الصغرى وانحدار العملية الغاوصية على مجموعة البيانات الواقعية.

يُظهر الجدول رقم (4) من اليسار إلى اليمين اسم الطريقة المستخدمة وقيم مقاييس الأخطاء الثلاثة (RMSE، MSE، MAPE) على مجموعة البيانات المولدة، إضافة لأربع حالات مختلفة لحجوم العينات ($n=10, n=50, n=100, n=200$) وثلاث حالات مختلفة للضجيج العشوائي ($\sigma=0.1, \sigma=0.5, \sigma=1$).

نلاحظ من الجدول رقم (4) تفوق الطريقة المقترحة شبه المعلمية على طريقتي انحدار المربعات الصغرى و انحدار العملية الغاوصية لأنها حققت قيمة أصغر لمقاييس الأخطاء الثلاثة (RMSE، MSE، MAPE) عند تطبيقها على مجموعة البيانات المولدة في الحالات الثلاث المختلفة للضجيج العشوائي وحجوم العينات المختلفة ونلاحظ أيضاً أنه كلما ازدادت قيمة الضجيج العشوائي كلما ازدادت قيمة مقياس الخطأ المستخدم.

توضح الأشكال (1,2,3,4) مقارنة منحنيات الانحدار المحسوبة بالطرائق الثلاثة (انحدار المربعات الصغرى بالخط المتقطع باللون الأسود وانحدار العملية الغاوصية بالخط المنقط باللون الأزرق والطريقة المقترحة شبه المعلمية بالخط المتواصل باللون الأحمر) في حالة البيانات المولدة باستخدام المتغير التابع Y والمتغيرات المستقلة X_1, X_2, X_3, X_4 , مع إضافة أربع حالات مختلفة لحجوم العينات ($n=10, n=50, n=100, n=200$) وثلاث حالات مختلفة للضجيج العشوائي ($\sigma=0.1$) ، $\sigma=0.5$ ، $\sigma=1$.

نلاحظ من الأشكال (1,2,3,4) بأن منحنى انحدار الطريقة المقترحة باللون الأحمر كان هو الأقرب إلى شكل الدالة الأصلية من المنحنيات المحسوبة باستخدام طريقتي انحدار المربعات الصغرى بالخط المتقطع باللون الأسود وانحدار العملية الغاوصية بالخط المنقط باللون الأزرق ونلاحظ ابتعاد منحنيات الانحدار المحسوبة باستخدام طريقتي انحدار المربعات الصغرى وانحدار العملية الغاوصية عن الدالة الأصلية في حالة بيانات لها تشويش مرتفع بشكل أكبر الأمر الذي يمكن تبريره بتأثر هاتين الطريقتين بزيادة مستوى التشويش ، وأما في حالة التشويش المنخفض للبيانات تقترب منحنيات هاتين الطريقتين من منحنى الدالة الأصلية.

كما نلاحظ أيضاً بأن النموذج المقترح يمتلك أفضل تمثيل للبيانات وهذا يتوافق مع قيم الأخطاء الموضحة بالجدول رقم (4).

6- الاستنتاجات: Conclusions

من خلال ما ذكر سابقاً وما سُجل من نتائج نورد ما يلي:

- 1- أظهرت الدراسة التي أجريناها على مجموعتي البيانات الواقعية والمولدة تفوق الطريقة المقترحة على طريقتي انحدار المربعات الصغرى وانحدار العملية الغاوصية، وذلك من خلال تحقيقها لأصغر قيمة من قيم مقاييس الأخطاء الثلاثة (MSE ، RMSE ، MAPE).
- 2- أظهرت نتائج مجموعة البيانات المولدة باستخدام تجارب المحاكاة بأن أفضل طريقة للتنبؤ هي طريقة الانحدار شبه المعلمي المقترحة وذلك في الحالات الثلاثة المختلفة للضجيج العشوائي وحجوم العينات المختلفة.
- 3- من خلال نتائج هذه الدراسة تبين بأن النموذج المقترح قد أعطى دقة تنبؤ أفضل من دقة التنبؤ التي حصلنا عليها باستعمال نماذج التنبؤ المفردة لطريقتي انحدار المربعات الصغرى وانحدار العملية الغاوصية وذلك لتكرار عدد الأفضلية بالاعتماد على أصغر قيمة من قيم مقاييس الأخطاء المستخدمة وبسبب قدرة منحنى الانحدار الممثل لها على ملاءمة وتمثيل البيانات بشكل أفضل.
- 4- إن المرونة التي يوفرها النموذج شبه المعلمي في توصيف البيانات بصورة عامة تكون كبيرة جداً مقارنة بالنموذج المعلمي الخطي والنموذج اللامعلمي اللاخطي ويزداد الأمر وضوحاً عندما تكون المشكلة أو الظاهرة المدروسة تحوي على متغيرات كثيرة.

7- التوصيات: Recommendations

- 1- مما سبق نوصي باستخدام الطريقة المقترحة على مجموعات بيانات أخرى كونها أعطت أفضل النتائج وكفاءة ومرونة عالية في التطبيق.
- 2- نوصي الباحثين بإجراء عمليات دمج بين طرائق الانحدار الأخرى وتطويرها وتطبيقها في مجالات العلوم المختلفة.

3- إجراء دراسات مستقبلية حول تحسين دقة التنبؤ باستخدام طرائق أخرى غير الطريقة المقترحة في هذا البحث مثل استخدام طريقة بايز في حالة تقدير الجزء المعلمي وطريقة انحدار متجه الدعم في حالة تقدير الجزء اللامعلمي.

8-المراجع: References:

- 1- **Akkus, O.,(2011)**–Xplore Package For The Popular Parametric And Semi parametric Single Index Models .Journal of science, vol.24, No.4, pp. 753–762.
- 2- **Aydin,D.,(2011)**–’’ Partially Linear Models Based on Smoothing Spline Estimated by Different Selection Methods: A Simulation Study’’ Department of Statistics, Faculty of Arts and Sciences, Muğla University.
- 3- **Bishop, C. M., (2007)**.Pattern Recognition and Machine Learning. Springer.
- 4- **Cherkassky, V., Ma, Y., (2004)**.Practical Selection of SVM Parameters and Noise Estimation for SVM Regression, Neural Networks, 17, 113–126.
- 5- **Cotton, R., (2013)**. Learning R, O’Reilly Media, Inc., United States of America, 377.
- 6- **Hardle, W., Muller, M., Sperlich, S.,and Werwatz A., (2004)** .Nonparametric and Semiparametric Models, Springer, Berlin, 301.
- 7- **Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J., (2009)**. The Elements of Statistical Learning Data Mining, Inference, and Prediction. Springer, 2th ED, Berlin, 764.
- 8- **Hyndman, R., J., Koehler, A. B., (2006)**. Another Look at Measures of Forecast Accuracy, International Journal of Forecasting, 22, 679–688.
- 9- **Izenman, A.J., (2008)**– Multivariate Statistical Techniques: Regression,Classification and manifold learning. New York: Springer.
- 10- **Law ,Kelton, Mcgraw, Hill., (2000)**– Simulation Modeling and Analysis .3rd edition.
- 11- **Liu, Y., Keller, Y., Song, PH., Bond, J., Jiang, G., (2017)**.Prediction of concrete corrosion in sewers with hybrid Gaussian processes regression model. RSC Advances, 7, 30894–30903.
- 12- **Matloff, N., (2011)**.The Art of R Programming, Malloy Incorporated, United States of America, 373.
- 13- **Millimet, D., List, J., and Stengos, T., (2003)**– The environmental Kuznets curve. Real progress or misspecified models, Rev Econ Stat (85)4 .pp1038–1047,
- 14- **Nielsen, A.,(2009)** .Least Squares Adjustment Linear and Nonlinear Weighted Regression Analysis Informatics and Mathematical Modelling.Technical University, Denmark.
- 15- **Pérez G. A.;Vieu PH.,(2008)** –Nonparametric time series prediction: A semi–functional partial linear modeling. Journal of Multivariate Analysis, 99, 834 – 857.

- 16- **Rasmussen, C. E., Williams C. K. I., (2006).**Gaussian Processes for Machine Learning. MIT, Press.
- 17- **Ruppert, D., Wand, M.P., Carroll, R.J., (2003)** –Semiparametric Regression.Cambridgeuniversity Press,New York.
- 18- **Schimek,M.G.,(2000)**–” Estimation and inference in partially linear models with smoothing splines” Journal of Statistical Planning and Inference(91) ,PP 525_540.
- 19- **SPECKMAN, P., (1988)**– Kernel Smoothing in partially Linear Models. Journal of Royal Statistical Soc. 50, No.3,pp. 413–436.
- 20- **Wang,Q.,Linton,O.,and Härdle,W.,(2004)**–” Semiparametric Regression Analysis with Missing Response at Random ” the institute for fiscal studies department of economics, UCL ,cemmap working paper CWP11/03.

Journal of Hama University

Editorial Board and Advisory Board of Hama University Journal

Managing Director: Prof. Dr. Muhammad Ziad Sultan

Chairman of the Editorial Board: Prof. Dr. Samer Kamel Ebraheem

Secretary of the Editorial Board (Director of the Journal): Wafaa AlFeel

Members of the Editorial Board:

- **Prof. Dr. Dergham AlRahhal**
- **Prof. Dr. AbdulKareem Kalb Alloz**
- **Prof. Dr. AbdulRazzaq Salem**
- **Asst. Prof. Dr. Asmahan Khalaf**
- **Asst. Prof. Dr. Muhammad Zuher Alahmad**
- **Asst. Prof. Dr. Adel Alloush**
- **Asst. Prof. Dr. Hassan AlHalabiah**
- **Asst. Prof. Dr. Muhammad Ayman Sabbagh**
- **Dr. Khaled Zeghreed**

Advisory Body:

- **Prof. Dr. Darem Tabbaa**
- **Prof. Dr. Safwan Al Assaf**
- **Prof. Dr. Rateb Sukkar**
- **Prof. Dr. Kanjo Kanjo**
- **Prof. Dr. Muhammad Fadel**
- **Prof. Dr. Rabab Sabbagh**
- **Asst. Prof. Dr. Muhammad Sabea AlArab**

Language Supervision:

- **Prof. Dr. Muhammad Fulful**
- **Asst. Prof. Dr. Maha Al Saloom**

Journal of Hama University

Objectives of the Journal

Hama University Journal is a scientific, coherent, periodical journal issued annually by the University of Hama; aims at:

- 1- publishing the original scientific research in Arabic or English which has the advantages of human cultural knowledge and advanced applied sciences, and contributes to developing it, and achieves the highest quality, innovation and distinction in various fields of medicine, engineering, technology, veterinary medicine, sciences, economics, literature and humanities, after assessing them by academic specialists.
- 2- publishing the distinguished applied researches in the fields of the journal interests.
- 3- publishing the research notes, disease conditions reports and small articles in the fields of the journal interests.

Purpose of the Journal:

- Encouraging Syrian and Arab academic specialists and researchers to carry out their innovative researches.
- It controls the mechanism of scientific research, and distinguishes the originals from the plagiarized, by assessing the researches of the journal by specialists and experts.
- The journal seeks the enrichment of the scientific research and scientific methods, and the commitment to quality standards of original scientific research.
- Aiming to publish knowledge and popularize it in the fields of the journal interests and specialties, and to develop the service fields in society.
- Motivating researchers to provide research on the development and renewal of scientific research methods.
- It receives the suggestions of researchers and scientists about everything that helps in the advancement of academic research and in developing the journal.
- popularization of the aimed benefit through publishing its scientific contents and putting its editions in the hands of readers and researchers on the journal website and developing and updating the site.

Publishing Rules in Hama University Journal:

1. The material sent for publication have to be authentic, of original scientific and knowledge value, and should be characterized by language integrity and documentation accuracy
2. It should not be published or accepted for publication in other journals, or rejected by others. The researcher guarantees this by filling out a special entrusting form for the journal.
- 3- The research has to be evaluated by competent specialists before it is accepted for publication and becomes its property. The researcher will not be entitled to withdraw research in case of refusal to publish it.
4. The language of publication is either Arabic or English, and the administration of the journal is provided with a summary of the material submitted for publication in half a page (250 words) in a language other than the language in which the research has been written, and each summary should be appended with key words.

Deposit of scientific research for publication:

Firstly, the publication material should be submitted to the editor of the journal in four paper copies (one copy includes the name of the researcher or researchers, the addresses, telephone numbers. The names of the researchers or any reference to their identity should not be included in the other copies). Electronic copy should be submitted, printed in Simplified Arabic, 12 font on one side of paper measuring 297 x 210 mm (A4). A white space of 2.5 cm should be left from the four sides, but the number of search pages are not more than fifteen pages (pagination in the middle bottom of the page), and be compatible with (Microsoft Word 2007 systems) at least, and in single spaces including tables, figures and sources , saved on CD, or electronically sent to the e-mail of the journal.

Secondly, The publication material shall be accompanied by a written declaration confirming that the research has not been published before, published in another journal or rejected by another journal.

Thirdly, the editorial board of the journal has the right to return the research to improve the wording or make any changes, such as deletion or addition, in proportion to the scientific regulations and conditions of publication in the journal.

Fourthly, The journal shall notify the researcher of the receiving of his research no later than two weeks from the date of receipt. The journal shall also notify the researcher of the acceptance of the research for publication or refusal of it immediately upon completion of the assessment procedures.

Fifthly, the submitted research shall be sent confidentially to three referees specialized in its scientific content. The concerned parties shall be notified of the referee's observations and proposals to be undertaken by the candidate in accordance with the conditions of publication in the journal and in order to reach the required scientific level.

Sixthly. The research is considered acceptable for publication in the journal if the three referees (or at least two of them) accept it, after making the required amendments and acknowledging the referees.

- If the third referee refuses the research by giving rational scientific justifications which the editorial board found fundamental and substantial, the research will not be accepted for publication even if approved by the other two referees.

Rules for preparing research manuscript for publication in applied colleges researches:

First, The submitted research should be in the following order: Title, Abstract in Arabic and English, Introduction, Research Objective, Research Material and Methods, Results and Discussion, Conclusions and Recommendations, and finally Scientific References.

- **Title:**

It should be brief, clear and expressive of the content of the research. The title font in the publishing writing is bold, (font 14), under which, in a single – spaced line, the name of the researcher (s) is placed, (bold font 12), his address, his scientific status, the scientific institution in which he works, the email address of the first researcher, mobile number, (normal/ font 12). The title of the research should be repeated again in English on the page containing the Abstract. The font of secondary headings should be (bold/ font 12), and the style of text should be (normal/ font 12).

- **Abstract or Summary:**

The abstract should not exceed 250 words, be preceded by the title, placed on a separate page in Arabic, and written in a separate second page in English. It should include the objectives of the study, a brief description of the method of work, the results obtained, its importance from the researcher's point of view, and the conclusion reached by the researcher.

- **Introduction :**

It includes a summary of the reference study of the subject of the research, incorporating the latest information, and the purpose for which the research was conducted.

- **Materials and methods of research:**

Adequate information about work materials and methods is mentioned, adequate modern resources are included, metric and global measurement units are used in the research. The statistical program and the statistical method used in the analysis of the data are mentioned, as well as, the identification of symbols, abbreviations and statistical signs approved for comparison.

- **Results and discussion :**

They should be presented accurately, all results must be supported by numbers, and the figures, tables and graphs should give adequate information. The information should not be repeated in the research text. It should be numbered as it appears on the research text. The scientific importance of the results should be referred to, discussed and supported by up-to-date resources. The discussion includes the interpretation of the results obtained through the relevant facts and principles, and the degree of agreement or disagreement with the previous studies should be shown with the researchers' opinion and personal interpretation of the outcome.

- **Conclusions:**

The researcher mentions the conclusions he reached briefly at the end of the discussion, adding his recommendations and proposals when necessary.

- **Thanks and acknowledgement:**

The researcher can mention the support agencies that provided the financial and scientific assistance, and the persons who helped in the research but were not listed as researchers.

Second- Tables:

Each table, however small, is placed in its own place. The tables take serial numbers, each with its own title, written at the top of the table, the symbols *, ** and *** are used to denote the significance of statistical analysis at levels 0.05, 0.01, or 0.001 respectively, and do not use these symbols to refer to any footnote or note in any of the search margins. The journal recommends using Arabic numerals (1, 2, 3) in the tables and in the body of the text wherever they appear.

Third- Figures, illustration and maps:

It is necessary to avoid the repetition of the figures derived from the data contained in the approved tables, either insert the numerical data in tables, or graphically, with emphasis on preparing the figures, graphs and pictures in their final shapes, and in appropriate scale and be scanned accurately at 300 pixels / inch. Figures or images must be black and white with enough color contrast, and the journal can publish color pictures if necessary, and give a special title for each shape or picture or figure at the bottom and they can take serial numbers.

- Fourth- References:

The journal follows the method of writing the name of the author - the researcher - and the year of publication, within the text from right to left, whatever the reference is, for example: Waged Nageh and Abdul Karim (1990), Basem and Samer (1998). Many studies indicate (Sing, 2008; Hunter and John, 2000; Sabaa et al., 2003). There is no need to give the references serial numbers. But, when writing the Arabic references, write the researcher's (surname), and then, the first name completely. If the reference is more than one researcher, the names of all researchers should be written in the above mentioned manner. If the reference is non-Arabic, first write the surname, then mention the first letter or the first letters of its name, followed by the year of publication in brackets, then the full title of the reference, the title of the journal (journal, author, publisher), the volume, number and page numbers (from - to), taking into account the provisions of the punctuation according to the following examples:

العوف، عبد الرحمن و الكزبري، أحمد (1999). التنوع الحيوي في جبل البشري. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، 15(3):33-45.

Smith, J., Merilan, M.R., and Fakher, N.S., (1996). *Factors affecting milk production in Awassi sheep*. J. Animal Production, 12(3):35-46.

If the reference is a book: the surname of the author and then the first letters of his name, the year in brackets, the title of the book, the edition, the place of publication, the publisher and the number of pages shall be included as in the following example:

Ingrkam, J.L., and Ingrahan, C.A., (2000). *Introduction In: Text of Microbiology*. 2nd ed. Anstratia, Brooks Co. Thompson Learning, PP: 55.

If the research or chapter of a specialized book (as well as the case of Proceedings), scientific seminars and conferences), the name of the researcher or author (researchers or authors) and the year in brackets, the title of the chapter, the title of the book, the name(s) of editor (s), publisher and place of publication and page number as follows:

Anderson, R.M., (1998). Epidemiology of parasitic Infections. In : Topley and Wilsons Infections. Collier, L., Balows, A., and Jassman, M., (Eds.), Vol. 5, 9th ed. Arnold a Member of the Hodder Group, London, PP: 39-55.

If the reference is a master's dissertation or a doctoral thesis, it is written like the following example:

Kashifalkitaa, H.F., (2008). Effect of bromocriptine and dexamethasone administration on semen characteristics and certain hormones in local male goats. PhD Thesis, College of veterinary Medecine, University of Baghdad, PP: 87-105.

• **The following points are noted:**

- The Arabic and foreign references are listed separately according to the sequence of the alphabets (أ، ب، ج) or (A, B, C).
- If more than one reference of one author is found, it is used in chronological order; the newest and then the earliest. If the name is repeated more than once in the same year, it is referred to after the year in letters a, b, c as (1998)^a or (1998)^b... etc.
- Full references must be made to all that is indicated in the text, and no reference should be mentioned in case it is not mentioned in the body of the text.
- Reliance, to a minimum extent, on references which are not well-known, or direct personal communication, or works that are unpublished in the text in brackets.
- The researcher must be committed to the ethics of academic publishing, and preserve the intellectual property rights of others.

Rules for the preparation of the research manuscript for publication in the researches of Arts and Humanities:

- The research should be original, novel, academic and has a cognitive value, has language integrity and accuracy of documentation.
- It should not be published, or accepted for publication in other publication media.
- The researcher must submit a written declaration that the research is not published or sent to another periodical for publication.
- The research should be written in Arabic or in one of the languages approved in the journal.
- Two abstracts, one in Arabic and the other in English or French, should be provided with no more than 250 words.

- Four copies of the research should be printed on one side of A4 paper with an electronic copy (CD) according to the following technical conditions:

The list (sources and references) shall be placed on separate pages and listed in accordance with the rules based on one of the following two methods:

(A) The surname of the author, his first name, the title of the book, the name of the editor (if any), the publisher, the place of publication, the edition number, the date of publication.

(B) The title of the book: the name of the author, the title of the editor (if any), the publisher, the place of publication, the edition number, the date of the edition.

- Footnotes are numbered at the bottom of each page according to one of the following documentation ways

A - Author's surname, his first name: book title, volume, page.

B - The title of the book, volume number, page.

- Avoid shorthand unless indicated.

- Each figure, picture or map in the research is presented on a clear independent sheet of paper.

- The research should include the foreign equivalents of the Arabic terms used in the research.

For postgraduate students (MA / PhD), the following conditions are required:

(A) Signing declaration that the research relates to his or her dissertation.

(B) The approval of the supervisor in accordance with the model adopted in the journal.

C – The Arabic abstract about the student's dissertation does not exceed one page.

- The journal publishes the researches translated into Arabic, provided that the foreign text is accompanied by the translation text. The translated research is subject to editing the translation only and thus is not subject to the publication conditions mentioned previously. If the research is not assessed, the publishing conditions shall be considered and applied on it.

- The journal publishes reports on academic conferences, seminars, and reviews of important Arab and foreign books and periodicals, provided that the number of pages does not exceed ten.

Number of pages of the manuscript Search:

The accepted research shall be published free of charge for educational board members at the University of Hama without the researcher having any expenses or fees if he complies with the publishing conditions related to the number of pages of research that should not exceed 15 pages of the aforementioned measures, including figures, tables, references and sources. The publication is free in the journal up to date.

Review and Amendment of researches:

The researcher is given a period of one month to reconsider what the referees referred to, or what the Editorial Office requires. If the manuscript does not return within this period or the researcher does not respond to the request, it will be disregarded and not accepted for publication, yet there is a possibility of its re-submission to the journal as a new research.

Important Notes:

- The research published in the journal expresses the opinion of the author and does not necessarily reflect the opinion of the editorial board of the journal.
- The research listing in the journal and its successive numbers are subject to the scientific and technical basis of the journal.
- A research that is not accepted for publication in the journal should not be returned to its owners.
- The journal pays nominal wages for the assessors, 2000 SP.
- Publishing and assessment wages are granted when the articles are published in the journal.
- The researches received from graduation projects, master's and doctoral dissertations do not grant any financial reward; they only grant the researcher the approval to publish.
- In case the research is published in another journal, the Journal of the University of Hama is entitled to take the legal procedures for intellectual property protection and to punish the violator according to regulating laws.

Subscription to the Journal:

Individuals, and public and private institutions can subscribe to the journal

Journal Address:

- The required copies of the scientific material can be delivered directly to the Editorial Department of the journal at the following address: Syria - Hama - Alamein Street - The Faculty of Veterinary Medicine - Editorial Department of the Journal.

Email: hama.journal@gmail.com

magazine@hama-univ.edu.sy

website: : www.hama-univ.edu.sy/newssites/magazine/

Tel: 00963 33 2245135

contents		
Title	Resarcher Name	Page number
Using Particle Swarm Optimization Algorithm To Adjust The Gaussian Process Regression Parameters	Raed Kara Hasan Moustafa Mazhar Rene	2
Prediction using Gaussian Process Regression and Support Vector Regression	Raed Kara Hasan Moustafa Mazhar Rene	17
Modification of Membership Function in Fuzzy Least Square (FLS) Method and Its Merge with Sugeno Fuzzy Inference System for Data Uncertainty Process	Hadia Tohmaz Mostafa Ranneh Abdulkader Joukhadar	33
Optical Characterization of Intralipid 20% at wavelength 405nm	Ali Shahin Moustafa Sayem El-Daher Wesam Bachir	49
Dealing with Idiomatic Expressions in Translation: A Case Study	Khadija Zeino	62
Using the MCMC algorithm to find the Bayes estimator of Pareto distribution with two Parameters based on a balanced loss function	Louay Farah Wafaa Issa Moustafa Mazhar Rene	74
The relationship between Aleppo Jews and the Ottoman administration in the 18th century	Sael Makhlof	88
The impact of social factor in the urbanization of the population of the city of Hama	Shams Yousef Alasaad PH.D. Ousama Kaddour	100
Studying the magnetic susceptibility of ceramic used in construction materials in Syria	Medin Amer Maan Salim Rana Adnan AL-Khatib	117
prediction using semi parametric regression function (Comparative Applied Study)	Raed Kara Hasan Moustafa Mazhar Rene	135



Volum :2
Number :12



Journal Of Hama University

ISSN Online (2706-9214)