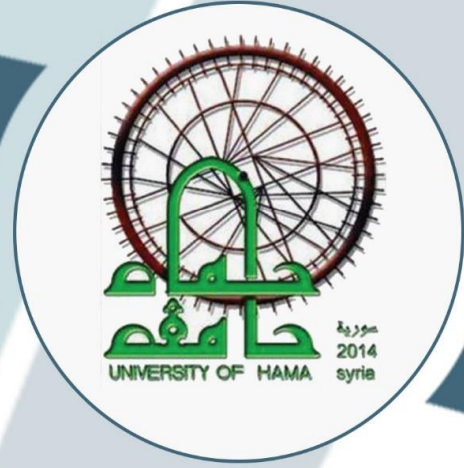


المجلد: 4

العدد: 4



# مجلة جامعة حماة



2021 ميلادي / 1442 هجري

ISSN Online(2706-9214)

المجلد: الرابع

العدد: الرابع



## مجلة جامعة حماة

2021 / ميلادي

1442 / 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 عبد الكريم الخالد.

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

### أعضاء هيئة التحرير:

أ.د. حسان الحلبيّة.

د. رامز الخطيب.

أ.د. عبد الرزاق سالم.

د. إيهاب الضمان.

أ.د. محمد زهير الأحمد.

د. عبد الحميد الملقى.

أ.م.د. أيام ياسين.

د. نورا حاكمة.

أ.م.د. رود خباز.

### الهيئة الاستشارية:

أ.د. هزاع مفلح.

أ.م.د. محمد أيمن الصباغ.

أ.د. محمد فاضل.

أ.م.د. جميل حزوري.

أ.د. عبد الفتاح المحمد.

د. مرعي غضنفر

أ.د. رباب الصباغ.

د. بشر سلطان

د. محمد مرزا

### الإشراف اللغوي:

أ.د. وليد سراقبي.

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 المقّمة 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.
- تحفّر الباحثين على تقديم البحوث التي تُعنى بتطوير مناهج البحث العلمي وتجديدها.
- تستقبل اقتراحات الباحثين والعلماء حول كل ما يسهم في تقدّم 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 المرسلّة للنشر أصيلة، ذات قيمة علمية ومعرفية إضافية، وتتمتع بسلامة اللغة، ودقة التوثيق.
- ب- ألا تكون منشورة أو مقبولة للنشر في مجالات 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 بسرعة 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 بفواصل 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. 2<sup>nd</sup> ed. Anstratia, Brooks Co. Thompson Learning, PP: 55.

أما إذا كان بحثاً أو فصلاً من كتاب متخصص (وكذا الحال بخصوص وقائع) المداولات 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, 9<sup>th</sup> 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<sup>a</sup> (1998) أو<sup>b</sup> (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 الآتيين:
  - 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 الآتيين:
  - 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 ففسر 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، ومعاينة المخالف بحسب القوانين النازمة.

## 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](mailto:hama.journal@gmail.com)
- [magazine@hama-univ.edu.sy](mailto:magazine@hama-univ.edu.sy)
- عنوان الموقع الإلكتروني: [www.hama-univ.edu.sy/newssites/magazine/](http://www.hama-univ.edu.sy/newssites/magazine/)
- رقم الهاتف: 00963 33 2245135

\*\*\*\*\*





## فهرس محتويات

رقم الصفحة	اسم الباحث	عنوان البحث
1	م. مرغريت ديج د. مثنى القبيلي	تحسين عمل بروتوكول التوجيه المتكيف في شبكات حساسات الجسم اللاسلكية (WBAN) باستخدام خوارزمية النمل
20	د. أيمن عيسى	التشخيص الطبي التلقائي والتنبؤ بالتصنيف الدولي للأمراض باستخدام الأنطولوجيا الدلالية ومعالجة اللغة الطبيعية
30	م. شذا حبش د.م. شعيب إبراهيم	توظيف الطاقة الشمسية في الأبنية التعليمية
49	د. سمر عبدالحميد عوده	الهبوطات والتشققات في تربة النواة الغضارية وطرق معالجتها
64	د.م. محمد نجيب صلاحو	تقييم أداء استخدام المضخات الضوئية في أنظمة الاتصالات الليزرية LCS
76	د. حسان حامد د. باسم عمار	موازنة الخصائص الهندسية والوظيفية (السماعة ومثانة التماسك ومعدّل التآكل) لطبقة الحماية الكاثودية المرسبة كهروكيميائياً
90	د. منتجب الخضري	دراسة تأثير إضافة كوز الصنوبر المعالج ببلا ماء حمض المالفنيك على بعض خواص البولي بروبيلين
101	حيدرا عبد الله	تطوير تطبيق برمجي لنظام مراقبة الاجهزة باستخدام تقنيات (WLAN)
116	د. م. صباح السباعي	دراسة خصائص معالجة الايبوكسي عن طريق المسح الحراري التفاضلي
127	منار الجبر علي ذياب جمانة الدياب	خوارزمية حيوية ذاتية التأقلم لتوزيع الخدمات في الشبكات المستقبلية



## تحسين عمل بروتوكول التوجيه المتكيف في شبكات حساسات الجسم اللاسلكية (WBAN) باستخدام خوارزمية النمل

•• م. مرغريت ديج

• د. مثنى القبيلي

(الإيداع: 14 تشرين الأول 2020 ، القبول: 24 تشرين الثاني 2020)

### الملخص:

تعد شبكات الجسم اللاسلكية حقلاً بحثياً جديداً وموضع اهتمام الكثير من الباحثين لما لها من أهمية في تطبيقات المراقبة عن بعد لحالات المرضى المختلفة، ويعد معيار جودة الخدمة مهماً جداً لتوصيل البيانات الطبية المحسوسة بدقة و خلال الزمن الحقيقي. وقد درس عددٌ من بروتوكولات التوجيه المعنية بجودة الخدمة في بيئة جسم الإنسان، منها البروتوكول المتكيف مع ديناميكية الوسط Adaptive RPWBAN والذي يبيّن قرار التوجيه على نحو مستقل من العقدة وأثبت أنه متين، ومتكيف وقابل للتطوير. كذلك درس بروتوكول التوجيه البسيط المستقر Simple Stable المعتمد على اختيار دوري لعقدة ممرّر Forwarder يتم عن طريقها الإرسال للمجمع بهدف توفير الطاقة في كل دورة توجيه. من ناحية أخرى ومن محاكاة عمل الطبيعة درس مجتمع النمل دراسة معمقة وهو أحد أشكال الذكاء السربي Swarm Intelligence لمؤلف من عدة وحدات تتسق العمل فيما بينها بطريقة ذاتية وغير مركزية وغير مباشرة ووجه البحث لإيجاد بروتوكول توجيه لاختيار الطرق بقرار جماعي للعقد وفق خوارزمية النمل وتقييم معايير جودة الخدمة بناءً على ذلك. في هذا البحث نقدم بروتوكول توجيه متطوراً عن بروتوكولي Simple Stable /Adaptive RPWBAN لتوصيل قيم حيوية مختلفة مثل (درجة الحرارة، الأكسجة، معدل ضربات القلب والضغط، حمض اللبن و المخطط الكهربائي للقلب) لنقطة تجميع sink وفق معايير جودة خدمة مناسبة لنوع البيانات المنقولة باستخدام خوارزمية النمل. أظهرت المحاكاة أن البروتوكول المقترح وجد المسار الأقصر لإرسال البيانات مع المحافظة على قيم عالية للطاقة المتبقية لعقد الشبكة و من ثم زمن الحياة للشبكة أفضل، وزمن التأخير الكلي صغير جداً وضياع المسار جيد ولكن ذات قيمة أعلى بقليل من بعض البروتوكولات.

**الكلمات المفتاحية:** شبكات حساسات الجسم اللاسلكية، بروتوكولات التوجيه، خوارزمية النمل، جودة الخدمة.

• أستاذ مساعد، قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة تشرين، اللاذقية سوريا.  
•• طالبة دراسات عليا (ماجستير)، قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة تشرين، اللاذقية سوريا.

## Enhancement Of Adaptive Routing Protocol In Wireless Body Area Networks (WBAN) Based–On Ant Colony Algorithm

Dr. Eng. Mothanna ALkubaily\*

Eng. Margret Dabaj\*\*

(Received: 14 October 2020 , Accepted: 24 November 2020)

### Abstract:

Wireless Body Area Network is one of the most important research in WSN fields regarding their applications in remote monitoring for patient. QoS requirements are very crucial to evaluate the medical sensed data accurately and currently. It has been studied ADAPTIVE ROUTING PROTOCOL WBN which is adaptive to the changes in the environment. It is robust, adaptive and could be developed into the future. Another protocol is Simple Stable Routing Protocol which the Data has been sent via a forwarder in each round, the aim is to enhance the nodes energy.

On the other hand, Nature conducts us to deepen the study of the ant colonies which are one of the Swarm Intelligence (SI) features. In order to develop the Adaptive routing protocol for WBAN; the routing decision is constructed depending on the decentralized, indirect collaboration between ants. In this paper, we introduce a developing routing protocol based on ant colony algorithm to find the shortest path to send the biological values; Temperature, SaO<sub>2</sub>, Heart rate, Pressure and Electrocardiogram E.K.G; to a sink and saves the values of QoS parameters

The results refer to a high performance of the routing protocol and save good values of QoS such like residual energy for nodes and network life as a sequence, tiny end to end delay. Finally good path loss value but suffering from higher values compared with some previous protocols.

**Keywords:** Wireless Body Area Networks (WBAN), Routing Protocols , Ant Colony Algorithm, QoS requirements.

---

\* Assistant Professor, Department of Communication and Electronics, Faculty of mechanical and electrical engineering, Tishreen University, Latakia, Syria.

\*\* Master student, Department of Communication and Electronics, Faculty of mechanical and electrical engineering, Tishreen University, Latakia, Syria.

**1. المقدمة:**

يحتاج مريض العناية إلى مراقبة دورية لبياناته الحيوية لتنفيذ الإجراءات المناسبة عند الضرورة، وتصنف البيانات الحيوية إلى عدة أنواع وهي: بيانات عادية كدرجة الحرارة، بيانات ذات متطلب دقة مثل معدل الأوكسجة في الدم والضغط ومعدل ضربات القلب، بيانات خاضعة للزمن مثل المخطط الكهربائي للقلب وأخيراً بيانات حرجة مثل تجاوز المعدلات الطبيعية للمريض. يندرج عمل شبكات حساسات الجسم اللاسلكية WBAN في نقل هذه البيانات من حساسات منتشرة على جسم الانسان إلى مركز معالج رئيسي (sink) ومن ثم عبر العقد BAN وهي أجسام المرضى، ويتم توجيه هذه البيانات إلى مركز مراقبة عن بعد وفقاً لدراسة (MOVASSAGHI وزملاؤه، 2014).

تتألف شبكة الحساسات اللاسلكية من عقد صغيرة الحجم، قليلة التكاليف ومحدودة الطاقة تتحسس للوسط وفيها جهاز حاسوب لمعالجة البيانات كما أورد (CHEN وزملاؤه، 2013). تقوم الحساسات بتخزين وتوجيه القراءات المحسوسة إلى مركز معالجة عن بعد، وهي تعمل بدون تخطيط مسبق ضمن مجال إرسال راديوي محدود متضمنة معلومات التحكم والقراءات. لذا يجب على بروتوكول التوجيه أن يكون ذاتي التنظيم قابلاً للعمل في البيئات المعقدة وقادراً على التعامل مع التداخلات الراديوية لاكتشاف الطريق الأفضل بين الطرق متعددة المسارات وفقاً لـ (NEGRA وزملاؤه، 2016). وتجب الإشارة إلى أن بيئة جسم الإنسان هي بيئة خاصة عند دراسة بروتوكول التوجيه من حيث أي حركة للمريض مثل حركة يد يمكن أن تقطع الاتصال الراديوي بين العقد.

أشار (BHANUMATHI وزملاؤه، 2017) لوجود حاجة لتصميم بروتوكول توجيه للبيانات يحقق متطلبات جودة الخدمة مثل الحفاظ على طاقة الحساس المتبقية لأطول فترة ممكنة، جودة الوصلة وضياح مسار أقل ما يمكن، أصغر زمن تأخير للمسار كون تشخيص البيانات المرسله يؤثر على حياة المريض، زمن حياة الشبكة الكلي وعدد الرزم الناجحة.

يقوم بروتوكول التوجيه المتكيف Adaptive RPWBAN ببناء القرار من كل عقدة بشكل مستقل معتمداً على استراتيجية التعلم بالتعزيز والخبرة وفق دراسة (KHUHRO وزملائه، 2018) بهدف إيجاد المسار الأقصر. من جهة أخرى يقوم بروتوكول التوجيه المستقر البسيط في شبكات الجسم اللاسلكية Simple Stable RP خلال كل دورة زمنية بانتخاب عقدة موجهة من قبل كل العقد، تملك هذه العقدة طاقة متبقية أكبر من باقي العقد ومسافة أصغر عن المجمع حيث ترسل كل عقد الشبكة الأخرى لهذه العقدة لتكون وسيطة في الإرسال إلى المجمع كما درس (NADEEM وزملائه، 2013).

تم تسليط الضوء والتعمق في دراسة خوارزمية النمل من قبل (DORIGO وزملائه، 2006)، هذه الخوارزمية تتألف من وحدات صغيرة لها قدرات محدودة تتواصل فيما بينها بطريقة غير مباشرة عبر الوسط المحيط من خلال ترك علامات عليه. يلعب الوسط المحيط دوراً محورياً في تحديد المسارات الأفضل ويساعد في تغيير اتخاذ القرار عند تغيير طبيعة الوسط لذا يكون القرار جماعياً وليس قراراً مستقلاً.

**2. هدف البحث:**

لا يزال حقل البحث في شبكات حساسات الجسم اللاسلكية في المجال الطبي حقلاً حديثاً قيد الدراسة للتوصل لتوجيه أمثلي للبيانات في بيئة غير متجانسة (جسم الإنسان) وحساسة لمتطلبات جودة الخدمة، ولا توجد دراسة مرجعية في تطبيق قرار جماعي للعقد وفق خوارزمية النمل على هذا النوع من الحساسات حسب بحثنا علماً أن لها فوائد كبيرة ومتكيفة.

سيتم في هذا البحث تصميم بروتوكول توجيه خاص بجسم الإنسان هدفه تحقيق متطلبات جودة الخدمة ولكن يعتمد على القرار الجماعي لخوارزمية النمل وليس القرار الفردي للعقدة. يكون العش هو المجمع sink الموجود على جسم المريض وتتطلب منه النملات وفق دورات زمنية متكررة باتجاه كل عقد الشبكة للبحث عن المسار الأقصر للعودة إلى المجمع أخيراً. ثم يُنفذ الطور الثاني وهو تجميع المعلومات من محطات المسار (الحساسات) وهي (الحرارة Temp، معدل الأكسجة في الدم SaO2، معدل نبضات القلب Heart Rate، الضغط Pressure، المخطط الكهربائي للقلب E.K.G (وهو ليس موضوع اهتمام هذا البحث العلمي). وبعد إيجاد المسار الأقصر يتم عرض نتائج طاقة العقد المتبقية الناتجة عن المسارات الحاصلة وضياع المسارات وأزمنة كل منها. أخيراً سيتم مقارنة النتائج مع البروتوكول Adaptive RPWBAN المتكيف والبروتوكول البسيط المستقر Simple Steady المعتمد على القرار الفردي للعقدة.

### 3. مواد وطرائق البحث:

طبق سيناريو المحاكاة على قاعدة برنامج **MATLABR2020a** وهو برنامج رائد في التطبيقات الهندسية والرياضية وكذلك برنامج **OMNET++** وهو إطار عمل لمحاكاة C++ لبناء أجهزة محاكاة الشبكة بلغة (NET Description) NED. باستخدام محاكي **Castalia** الداعم لشبكات الحساسات اللاسلكية وحساسات الجسم اللاسلكية من أجل الشبكات ذات الأجهزة منخفضة الطاقة لتعطي قيمة قريبة من الواقع وتحاكي سلوك العقد الحقيقية كما تدعم البيئات الديناميكية. حيث سيتم تصميم الشبكة وفق سيناريو محدد، وتطبيق نسخة البروتوكول المعتمد على خوارزمية النمل، ليتم بعدها تحديد البارامترات المرغوب بدراستها، وصولاً إلى إتمام عملية المحاكاة وإظهار النتائج ومقارنتها مع البروتوكولات السابقة.

### 1.3 الدراسات المرجعية Related Works

إن بروتوكول التوجيه (RP) Routing Protocol هو مجموعة من القواعد التي تعمل في الشبكة لتوفير المعلومات الخاصة ببنية الشبكة وتحليلها لاختيار المسار الأفضل لتوجيه البيانات نحو وجهة محددة ثم تقديم المسارات إلى العقد التي تقوم بعملية التوجيه. ونظراً لخصوصية بيئة جسم الإنسان من جهة واختلاف طبيعة البيانات الحيوية المنقولة من جهة أخرى فمنها يكون حساس للدقة ونسبة الخطأ Reliability-Based packets مثل الأكسجة، ومنها يكون حساس للتأخير الزمني Delay-Based Packets مثل المخطط العضلي وتصوير عملية جراحية، ومنها يُعتبر بيانات عادية Ordinary Packets مثل درجة الحرارة وأخيراً بيانات حرجة ذات أولوية Critical Packets مثل مخطط القلب، لذلك وُجدت الحاجة لدراسة بروتوكولات توجيه تتلاءم مع بيئة الشبكة وتلبي متطلبات جودة الخدمة (NEGRA وزملاؤه ، 2016).

ومن الملاحظ في دراسة العديد من بروتوكولات التوجيه في WBAN أن هذه البروتوكولات تلي متطلب واحد فقط من متطلبات جودة الخدمة. يحقق بروتوكول التعلم بالتعزيز (RL-QRP) Reinforcement Learning متطلب التأخير الكلي ولكن يعاني من مشكلة الطاقة وفق دراسة (LIANG وزملائه، 2008)، وينقل البروتوكول متعدد الأغراض (DMQoS) Data-centric Multi Objective كامل البيانات بدون أخذ الزمن بعين الاعتبار وفق دراسة (Razzaque وزملائه، 2011)، أما البروتوكول الحساس للتأخير (QPRDQoS) QoS Peering RP for Delay يحتاج لطاقة عالية بحسب (KHAN و زملائه، 2015). قام (BANUSELVASARASWATHY وزملاؤه، 2020) بدراسة بروتوكول يحدد المسار بناء على حرارة العقدة بتحديد حدود عليا، أما في بحث (PARK وزملائه، 2020) فقد تم تصميم بروتوكول يعتمد على Fuzzy logic لمراقبة المريض. وأخيراً البروتوكول الديناميكي Adaptive RP الذي درسه (KHUHRO وزملائه،

(2018) يعمل بالتعلم بالتعزيز فإنه يحقق معايير جودة الخدمة ولكنه يعتمد على قرار فردي للعقد في التوجيه. من سلبيات القرار الفردي للعقدة في التوجيه هو الحاجة لكمية كبيرة من المعلومات عن العقد الجيران من أجل صنع القرار ويسبب صنع قرار غير صحيح حدوث إرسال فاشل وبالتالي يتم تجنب العقدة في عمليات الإرسال اللاحقة. من ناحية، أخرى حازت خوارزميات الذكاء السربي اهتماماً واسعاً من حيث فعاليتها وقابليتها للتكيف في البيئات المختلفة وفق (DORIGO وزملائه، 2006) حيث أنها تتألف من وحدات لها قدرات محدودة تتواصل فيما بينها بطريقة غير مباشرة عبر الوسط المحيط من خلال ترك علامات عليه ويتم بناء قرار جماعي للعقد بهدف إيجاد المسار الأفضل لنقل البيانات. ومن هذه الخوارزميات خوارزمية النمل Ant Colony Algorithm التي تمتاز بتكيفها مع تغيرات الوسط وبأنها موزعة. تطلق هذه الخوارزمية نمالات صناعية من مركز يدعى عش باتجاه عقد الشبكة بهدف اكتشاف المسار وتعتمد النملة على المعلومات الإرشادية من الوسط في اختيار العقدة التالية حتى تصل إلى الهدف ثم تعود باتجاه العش وعند عودتها تفرز مادة تسمى فيرومون وعندما تنطلق النمالات التالية فإنها تميل لاختيار الطريق ذات الفيرومون الأعلى.

### 2.3 بروتوكولات التوجيه المعتمدة على التعلم بالتعزيز والمعلومات الإرشادية:

تكون خوارزمية التعلم هي بالتجربة والمكافأة وفق دراسة (LIANG وزملائه، 2008) حيث تقوم كل عقدة بفعل وهو إرسال بيانات إلى عقدة جار ويعود هذا السلوك بتابع مكافأة إما سلبية أو ايجابية ومع التكرار تتعلم العقدة اختيار الطريق ذات المكافأة الأكبر، أي أن المعلومات الإرشادية هي معلومات من الوسط ترشد العقدة للقرار الأمثل. يمكن أن يتم التعلم بالتعزيز من الوسط مع وجود مراقب يشارك بعملية اختيار الطريق كما في تجربة الصياد والفريسة الذي يهدف للوصول للفريسة بأقل خطوات كما درس (TAN وزملائه، 1998)، وكانت النتيجة بمساعدة صياد مراقب أفضل بـ 5 مرات من الاعتماد على صياد واحد.

وجد الباحثون (KHUHRO وزملائه، 2018) في دراسة بروتوكول التوجيه المتكيف في استخدام وحدتي AHC Adaptive Heuristic Critic و TD Temporal Difference أن كل عقدة تتعلم من الوسط وتؤثر فيه. تحدد كل عقدة موقع الجيران ويأخذ لكل جار جودة الوصلة والطاقة المتبقية وتأخير الرتل وعدد القفزات من جار الهدف، وترسل العقدة الحالية هذه المعلومات إلى العقدة الجارة التالية، ينتج عن عملية الإرسال تابع يسمى تابع جودة النقل  $v$  وبناءً على قيمة هذا التابع يُعطى تابع مكافأة للعقدة الذي يعبر عن احتمالية إرسالها لرزمة ناجحة كما هو موضح في العلاقة (1) وفق الدراسة (KHUHRO وزملائه، 2018):

$$r_a^s = \lambda_1 E_{res} + \lambda_2 Linkr_{i,j} + \lambda_3 Q_t + \lambda_4 H_{dis} \quad (1)$$

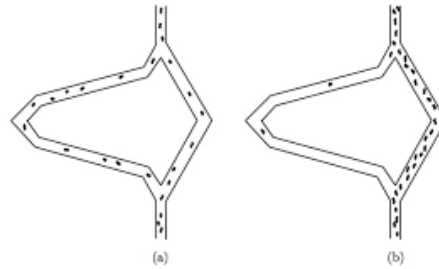
حيث  $s$  هي العقدة الحالية و  $a$  هو الفعل المطبق، و  $r$  تابع المكافأة، كما أن  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$  هي الأوزان مضروبة بقيمة جودة الخدمة: من طاقة متبقية في العقدة  $E_{res}$  وجودة الوصلة بين العقدتين  $i, j$   $Linkr_{i,j}$  وحجم الرتل الحاوي على الرزم في العقدة التالية  $Q_t$  والمسافة بين العقدة الجار والهدف  $H_{dis}$ .

يكون تابع المكافأة مضروباً باحتمالية الإرسال الناجح أو الإرسال الفاشل. في حال الإرسال الفاشل يتم معاقبة العقدة بتابع  $v$  منخفض. ويتم الإرسال عن طريق العقد ذات المكافأة العالية ويكون البروتوكول متكيفاً حسب الاستراتيجية التكرارية TD.

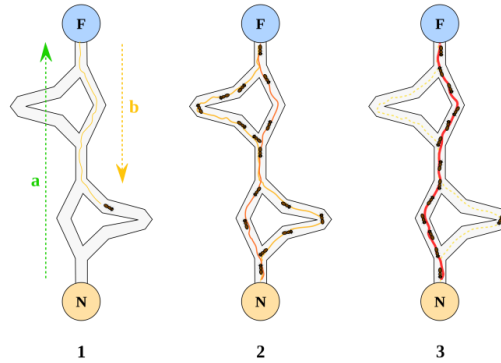
ومع الوقت تميل العقدة لاختيار الطريق الذي يعود عليها بمكافأة أكبر. يحقق هذا البروتوكول معايير QoS المختلفة في بيئة ديناميكية.

### 3.3 مبدأ عمل خوارزمية النمل Ant Colony Optimization (ACO) وآلية القرار الجماعي للوصول للحل الأمثل:

في بداية عام 1990 تم اكتشاف خوارزمية النمل Ant Colony Optimization من قبل العالم (DORIGO وزملائه، 2006)، تم استلهام عمل هذه الخوارزمية من عمل النمل الطبيعي. تتألف الخوارزمية من مجموعة من النملات الصناعية تنطلق وفق دورات زمنية وتختار طرقاً عشوائية للبحث عن الهدف. حالما تصل النملة إلى الهدف تعود إلى العش من نفس الطريق تاركة خلفها مادة كيميائية تسمى الفيرومون على طول المسار بحيث تدل النملات التاليات على الطريق الذي اختارته. وفي دورة زمنية تالية تنطلق نملات أخرى تميل لاختيار الطريق ذو الفيرومون الأعلى، ومع تكرار استخدام نفس الطريق تضيق أيضاً فيرومون فيزياد تركيزه وعندما يصبح تركيزه عالياً جداً بسبب اتباع عدد كبير من النملات الطريق نفسه، يصبح هذا الطريق فعالاً في عملية النقل. كما يتم الإشارة إلى أن الفيرومون يتبخر مع مرور الزمن. يوضح الشكل (1) تجربة الثنائي في خوارزمية النمل البسيطة بينما يوضح الشكل (2) آلية اكتشاف الطريق الأقصر في هذه الخوارزمية حسب ما شرح أعلاه.



الشكل رقم (1): تجربة الجسر الثنائي في خوارزمية النمل البسيطة



الشكل رقم (2): اكتشاف الطريق الأقصر في خوارزمية النمل البسيطة

### 4.3 فوائد خوارزمية النمل في شبكات الحساسات اللاسلكية:

تمتاز خوارزمية النمل في العديد من الفوائد في شبكات WSN:

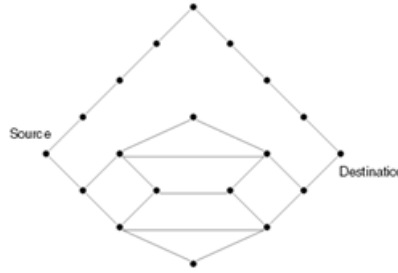
- خوارزمية ACO خوارزمية موزعة لذلك تنخفض معدلات الفشل في التواصل بين العقد.
- تنفيذ عمليات بسيطة في كل عقدة من أجل توجيه الرزم بين العقد للوصول إلى المجمع sink
- متكيفة مع كل تغيرات البيئات المختلفة في العالم الحقيقي
- العمل مع تطبيقات الزمن الحقيقي.



## 5.3 أنواع خوارزمية ACO:

## • خوارزمية Simple-ACO

قام (DORIGO وزملائه، 2004) بإجراء العديد من الاختبارات لتقييم بعض العوامل السلوكية للنمل مثل عدد النملا، تبخير الفيرومون، تحديث الفيرومون (كتابح للطريق الأمثل). بزيادة عدد تكرارات تنفيذ الخوارزمية في برنامج المحاكاة تزداد احتمالية النمل باختيار طريق محدد وتقترب قيمة الاحتمال إلى 1 بالنسبة لهذا الطريق بينما تكون بالنسبة لطررق أخرى مساوية لـ 0.



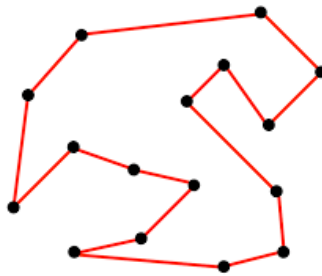
الشكل رقم (3): شكل معقد لاكتشاف الطريق الأقصر بخوارزمية النمل

يجب على النمل صنع قرارات صحيحة أثناء الانتقال بين العقد للحصول على المسار الأفضل في هذا المخطط المعقد كما هو موضح في الشكل (3)، وفي حال حدوث قرار خاطئ ستتولد مسارات جزئية تشكل حلقات مغلقة. يبدأ النمل في الشكل السابق من مصدر العش، ولديه خياران لاختيار الطريق الخالي من الحلقات، العلوي ولكنه ليس بالأمثل والسفلي الحاوي على مجموعات مختلفة من مسارات أمثلية و أيضاً مسارات أطول خالية من الحلقات وأخيراً مسارات ذات حلقات. هنا تم دراسة تأثير عدد النملا وكمية الفيرومون المضافة في خوارزمية النمل البسيطة S – ACO بإجراء اختبارين:

- (a) تشغيل S-ACO بقيم مختلفة من عدد النمل  $m$  وقيمة ثابتة لكمية الفيرومون.
- (b) إجراء التجربة بعد الأخذ بالحسبان إضافة فيرومون متناسب مع عكسياً مع طول المسار الذي أوجدته النملة أي  $\frac{\Delta\tau^k-1}{L^k}$  حيث  $L^k$  هو طول المسار الذي قطعه النملة  $k$ .

توصل الباحثون أنه عندما تكون كمية الفيرومون المودعة متناسبة عكساً مع طول الطريق تكون النتائج فيها أفضل بكثير.

## 6.3 خوارزمية النمل في حل مشكلة البائع المتجول TSP Travelling Salesman Problem:

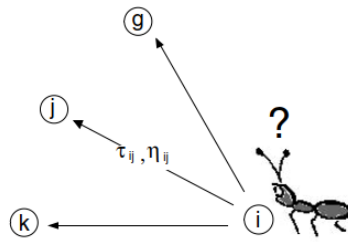


الشكل رقم (4): تجربة البائع المتجول

درس (SANTOSA وزملاؤه، 2011) مشكلة البائع المتجول وحلها عن طريق خوارزمية النمل. تتلخص مشكلة البائع المتجول عن وجود عدة مدن تجب زيارتها كما هو موضح في الشكل (4) بحيث ينطلق البائع من مدينة باتجاه أخرى دون تكرار زيارة أي مدينة وبعد زيارة كل المدن يعود للمدينة الأولى التي انطلق منها، ويهدف حل المشكلة إلى إيجاد أقصر زيارة اعتماداً على المسافة بين المدن.

ويتلخص عمل هذه الخوارزمية بالآتي:

- يتم حساب مصفوفة المسافات بين المدن
- تعبر مصفوفة مقلوب المسافات عن مجال الرؤيا وتستخدم كمعلومات إرشادية  $\eta_{ij}$ .
- يُعطى الفيرومون المبدئي للوصلات بين المدن ويتم توليد مصفوفة الفيرومون  $\tau_{ij}$ .
- تنطلق النملة من مدينة الانطلاق باتجاه العقدة التالية وفق احتمال يتعلق بكمية الفيرومون والمعلومات الإرشادية



الشكل رقم (5): رسم توضيحي لاحتمالية اختيار النملة للعقدة التالية

ويكون احتمال اختيار النملة للعقدة التالية كما هو موضح في الشكل 5 حسب العلاقة (2) وفق دراسة (SANTOSA وزملائه، 2011)

$$P_k(i, j) = \frac{\tau(i, j)^\alpha * \eta(i, j)^\beta}{\sum_{u \in N_i} \tau(i, u)^\alpha * \eta(i, u)^\beta} \quad (2)$$

حيث  $P_k(i, j)$  هو احتمال انتقال النملة  $k$  من العقدة  $i$  إلى العقدة  $j$ .

$\tau(i, j)^\alpha$  كمية الفيرومون على الوصلة بين العقدتين  $i, j$ .  $\alpha$  وزن لضبط مقدار الفيرومون.

$\eta(i, j)^\beta$  المعلومات الإرشادية للنملة وهنا مصفوفة مجال الرؤيا،  $\beta$  وزن لضبط مقدار المعلومات الإرشادية  $N_i$  الجيران للعقدة  $i$ .

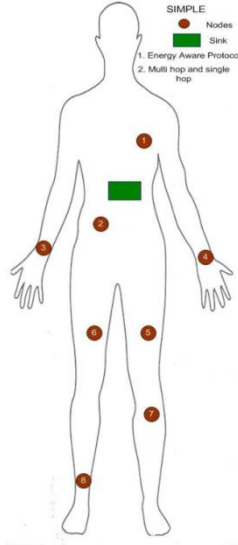
- تكرر النملة الانتقال من عقدة لأخرى حتى تمر على كل المدن وتعود لمدينة الانطلاق.
- تتكرر العملية من أجل عدد معين من النملات  $m$ .
- بعد انتهاء دورة النملات يتم تحديث الفيرومون لكل مسار على طول الطريق بما يتناسب مع مقلوب المسافة الكلية بين المدن وفق المعادلة (3) حسب دراسة (SANTOSA وزملائه، 2011)

$$\tau_{r,s} \leftarrow (1 - \rho)\tau_{r,s} + \sum_{k=1}^N \Delta \quad (3)$$

- تتكرر العملية من أجل  $n$  تكرار ويتم الملاحظة مع التكرار أن النملات تميل لاختيار الطريق ذو تركيز الفيرومون الأعلى والذي يدل على الرحلة الأقصر، حيث  $\rho$  هو مكافئ لتبخر الفيرومون.

### 7.3 بنية شبكة حساسات الجسم اللاسلكية المدروسة Body Area Network Architecture:

قام الباحثون (NADEEM وزملاؤه، 2013) بدراسة الشبكة وتصميم البروتوكول وفق الآتي كما هو موضح في الشكل (6): تنتشر 9 عقد على الجسم مع تحديد موقع كل عقدة، إحدى هذه العقد هو المجمع. يتم حساب مصفوفة بعد كل عقدة عن المجمع، وترسل العقدتان 1 و 2 مباشرة إلى المجمع بقفزة واحدة أما باقي العقد تقوم بانتخاب عقدة أب تسمى الممرّر forwarder ترسل لها كل عقد الشبكة ويدوره يرسل للمجمع. يتغير الأب في كل دورة زمنية للحفاظ على توازن طاقة العقد، وتكون معادلة اختيار الأب: مسافة العقدة عن المجمع / طاقة العقدة. تريح العقدة ذات القيمة الأصغر وتصبح أباً. وتتغير عندما تنخفض طاقتها عن الحد الأدنى.



الشكل رقم (6): بنية شبكة حساسات الجسم اللاسلكية

باعتبار أبعاد الشبكة  $1.8 \text{ m} * 0.8 \text{ m}$  وهي أبعاد جسم الإنسان تم تحديد مواقع العقد الثابتة وفق ما يلي:

- إحداثيات عقدة الكاحل (0.3, 0.1)
- إحداثيات عقدة الركبة (0.5, 0.3)
- إحداثيات عقدة الفخذ (حمض اللبن) (0.3, 0.55)
- إحداثيات عقدة الفخذ الآخر (الحرارة) (0.5, 0.55)
- إحداثيات عقدة السكر (0.37, 0.75)
- إحداثيات عقدة المخطط الكهربائي للقلب ECG (0.45, 0.9)
- إحداثيات عقدة الكف الأيسر (0.7, 0.8)
- إحداثيات عقدة الكف الأيمن (0.1, 0.8)
- إحداثيات المجمع (0.25, 1)

## 8.3 البروتوكول المقترح Proposed Protocol:

من الدراسات المرجعية السابقة، تم اقتراح تصميم بروتوكول يعمل في شبكة جسم إنسان مريض وفق الفرضيات التالية وفقاً لـ (NADEEM وزملائه، 2013)

الجدول رقم (1): فرضيات البروتوكول المقترح

1.8 m * 0.8 m حيث 30cm 1feet=	أبعاد الشبكة
9	عدد العقد
3	عدد النملاط
10	عدد التكرارات
0.5 joules	طاقة العقد الأولية
0.1	فيرومون أولي للوصلات بين العقد

الجدول رقم (2): تتمة فرضيات البروتوكول المقترح

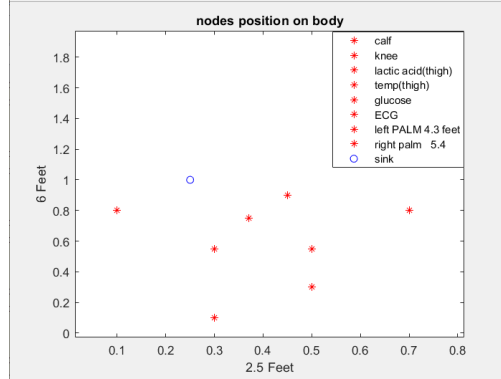
$ETX=16.7*0.000000001 \text{ joule/bit}$ $ERX=36.1*0.000000001 \text{ joule/bit}$ $Emp=1.97*0.000000001 \text{ joule/bit}$ $EDA=5*0.000000001 \text{ joule/bit}$ $do = 0.1$	عوامل الطاقة
$2.4 \text{ GHz } f=$ $\lambda = 0.125$ $speed = 299792458$	عرض الحزمة

## 9.3 مبدأ عمل البروتوكول:

- تم تحديد موقع الحساسات على جسم الإنسان، عددها 8 عقد و مجمع (NADEEM وزملائه، 2013)، بعدها تم تحديد مصفوفة المسافات بين العقد  $H_{dis}$ . وفق المعادلة (4) حسب دراسة (NADEEM وزملائه، 2013)

$$H_{dis} = \min \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \quad (4)$$

ويبين الشكل (7) موقع هذه العقد.



الشكل رقم (7): موقع العقد في الشبكة

- تم تحديد مصفوفة الطاقة الأولية للعقد جميعها Eo\_matrix وفق الجدول (1)
- تم تحديد مصفوفة الفيرومونات الأولية على الوصلات بين العقد Thoinit وفق الجدول (1)
- تتجمع النملات في المجمع.
- تنطلق كل نملة من المجمع لتصنع رحلتها بين العقد جميعاً ثم تعود في النهاية إلى المجمع.
- يخضع احتمال اختيار النملة للعقدة الأخرى لقانونين هما المعلومات الإرشادية Heuristic Information للوسط وقيمة الفيرومونات بين العقدتين المرسل والمستقبل.
- تم أخذ المعلومات الإرشادية استناداً إلى قيمة المكافأة في البروتوكول المتكيف بحسب (KHUHRO وزملائه، 2018) وهي تابع يعبر عن مجموع طاقة العقدة والمسافة والتأخير وضياح المسار بين العقدتين وفق العلاقة (5) حسب الدراسة (KHUHRO وزملائه، 2018)

$$heuristic_{value} = \lambda_1 E_{res} + \lambda_2 H_{dis} + \lambda_3 delay_{ij} + \lambda_4 PL_{ij} \quad (5)$$

علماً أنه في البداية يكون حداً التأخير وضياح المسار مساويين للصفر، فتعتمد النملة في اختيار طريق العقدة التالية على المعلومات الإرشادية الأولية كما موضح في المعادلة:

$$heuristic_{value0} = \lambda_1 E_{res} + \lambda_2 H_{dis} \quad (6)$$

$$\lambda_1 = \lambda_2 = 1$$

- يكون احتمال اختيار النملة للعقدة التالية وفق خوارزمية النمل وفق العلاقة (2):
- تطبق النملة هذه السياسة حتى تزور كل عقد الحساسات وفق طريقة البائع المتجول TSP (SANTOSA وزملائه، 2011)

- بعد العودة إلى المجمع يتشكل مسار لكل نملة وتم فيه حساب: الطاقة المستهلكة الكلية للمسار، مسافة المسار، التأخير الكلي وضياع المسار الكلي وفق معادلة خاصة بالضياع في جسم الإنسان وتنتج قيمة تعبر عن جودة المسار الذي سلكته النملة كما في العلاقات (7) (8) (9) استناداً إلى معادلات الطاقة المستهلكة، ضياع المسار والتأخير الزمني في جسم الإنسان في البروتوكول البسيط وفق دراسة (NADEEM وزملائه، 2013)

$$Consumed_{Energy(route)} = (E_{TX} + E_{RX} + E_{DA}) * 4000 + E_{mp} * 3.38 * 4000 * (route\_Distance)^{3.38} \quad (7)$$

$$Path_{Loss(route)} = [10 * \log(\frac{4\pi * do}{\lambda})^2 + 10 * 4 * \log(\frac{routeDistance}{do})] + 4.1 \quad (8)$$

$$delay(route) = \frac{routeDistance}{c} \quad (9)$$

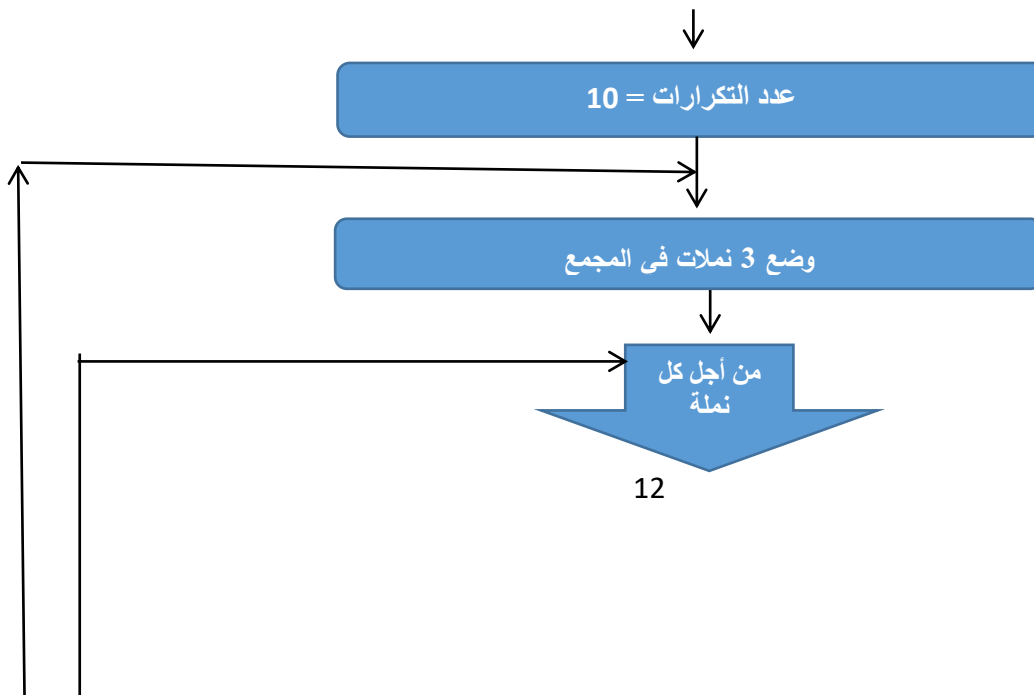
- بعد كل مسار تقوم النملة بتحديث قيمة الفيرومون على وصلات هذا المسار وتتعلق قيمته بمسافة المسار: كلما كان المسار أقصر كان تركيز الفيرومون أعلى وفق الدراسة (DORIGO وزملائه، 2004) حسب المعادلة (10):

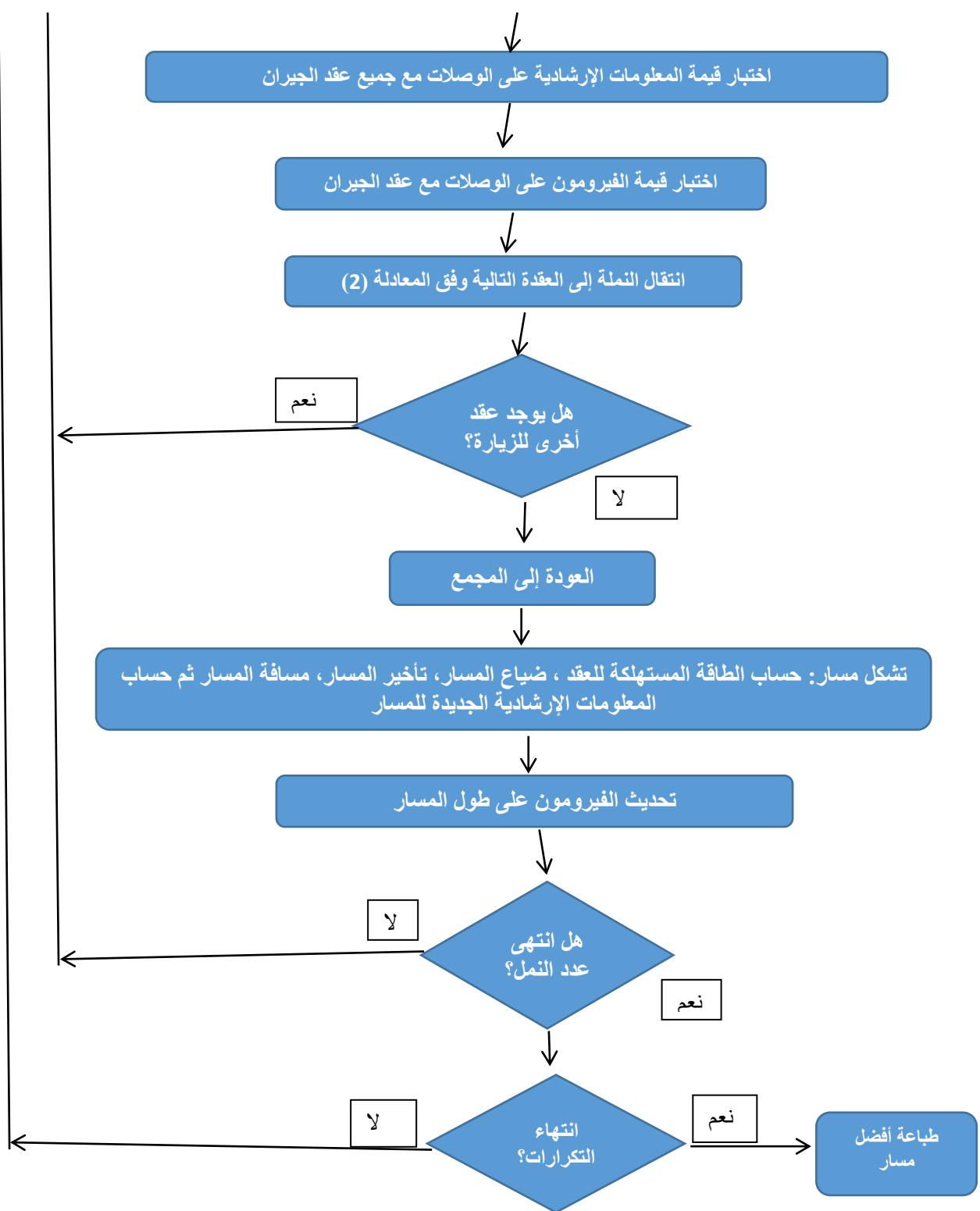
$$\tau_{r,s} \leftarrow (1 - \rho)\tau_{r,s} + \sum_{k=1}^N \Delta \tau_{r,s}^k \quad (10)$$

كما يتم تحديث المعلومات الإرشادية للوسط بعد كل رحلة نملة حسب المعادلة (5)، وذلك بسبب تغيير قيمة طاقة العقد وتشكل ضياع للمسار وحدوث تأخيرات زمنية وكلها تؤثر على احتمال اختيار النملة الأخرى للعقدة التالية في المسارات اللاحقة، ويصبح لدينا معلومات إرشادية جديدة.

- تتكرر العملية 10 مرات لأن النملات وصلت إلى اختيار نفس الطريق بعد التكرار العاشر فلا يوجد حاجة للتكرار مع ملاحظة أن كل نملة تبني قرار الانتقال للعقدة التالية متأثرة بمعلومات الوسط الإرشادية والفيرومون الذي تركته النملة التي سبقتها وبالتالي تتقارب المسارات بعد التكرار العاشر ويتم الاتفاق على المسار الأفضل من ناحية قيم جودة الخدمة وتحديد المسار الذي سيجتمع المعلومات الحيوية في الطور الثاني
  - تم إجراء التجربة من أجل  $E_o = 0.5$  joules ,  $E_o = 2$  joules .
  - ملاحظة: لم يتم زيادة عدد النملات والتكرارات حتى يتم الحفاظ على طاقة العقد قدر المستطاع.
- يوضح الشكل (8) المخطط الانسيابي لآلية عمل البروتوكول المقترح وفق خوارزمية النمل:

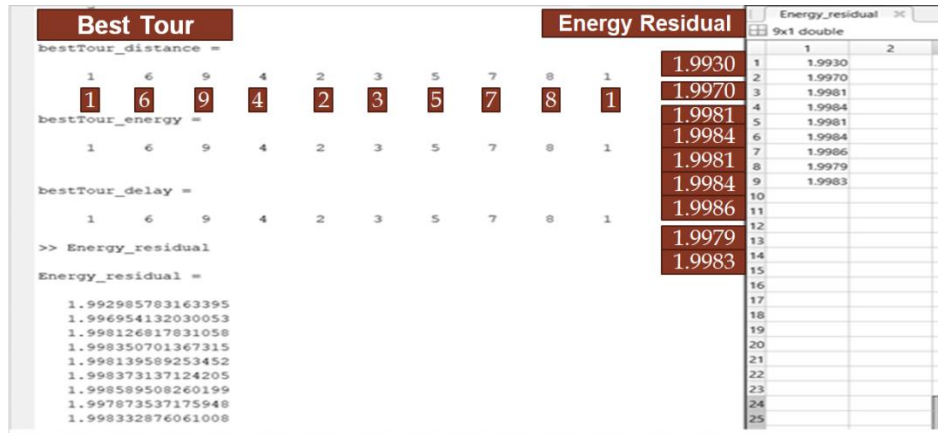
تهيئة: طاقة أولية للعقد ، فيرومون أولي على الوصلات، حساب المسافات بين العقد



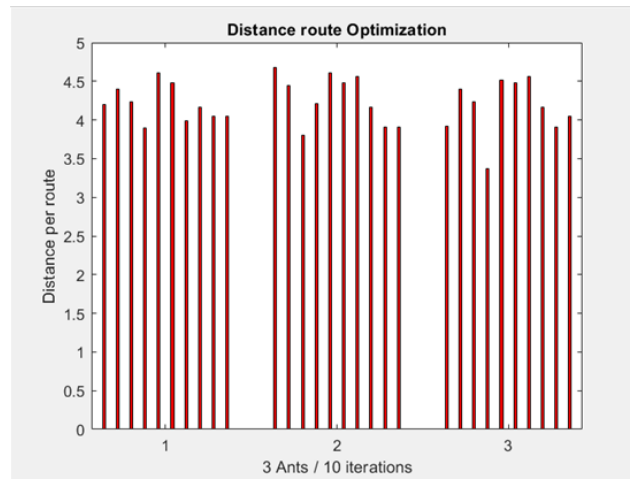
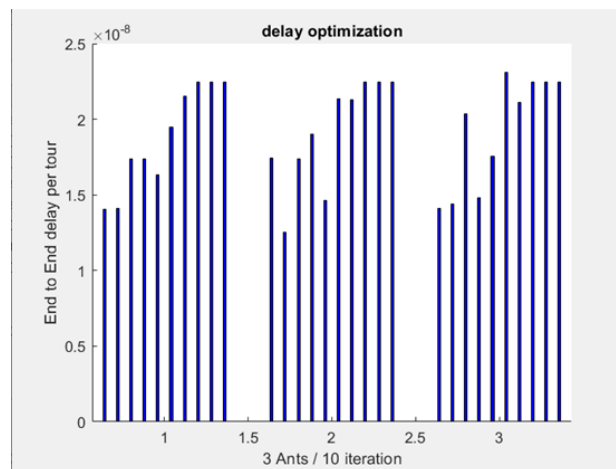


الشكل رقم (8): المخطط الانسيابي للبروتوكول المقترح

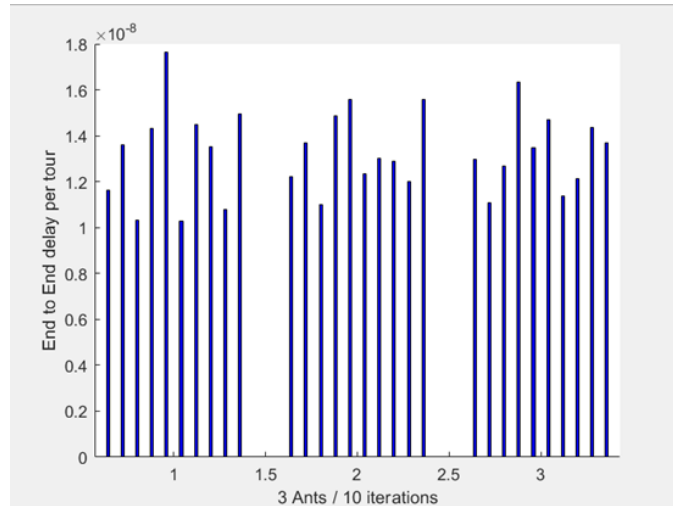
## 4. النتائج Results:



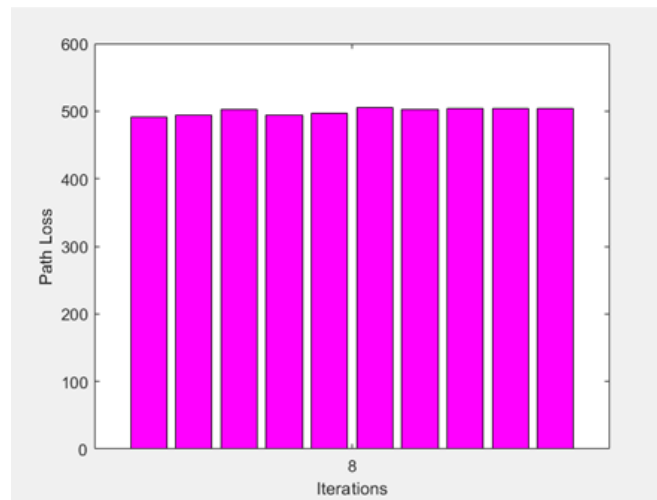
الشكل رقم (9): المسار الأقصر للنمات الثلاث بعد التكرار العاشر

الشكل رقم (10): المسافة لكل المسارات من أجل  $E_0 = 0.5$  joulesالشكل رقم (11): التأخير الزمني لكل المسارات من أجل  $E_0 = 0.5$  joule

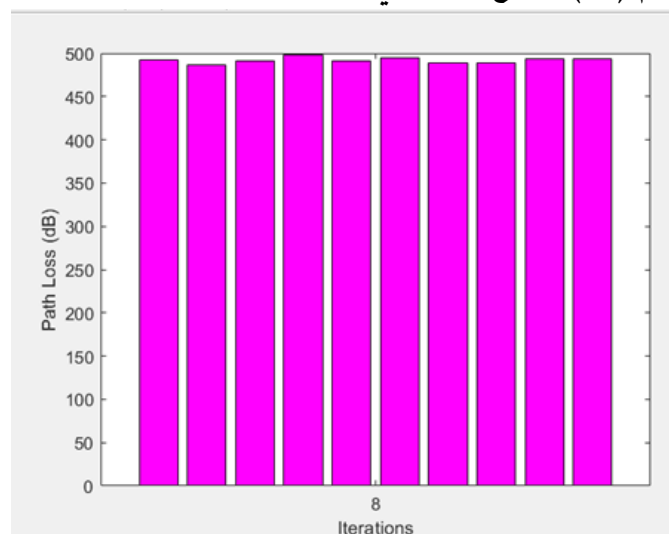




الشكل رقم (12): التأخير الزمني لكل المسارات من أجل  $E_0=2$  joule



الشكل رقم (13): ضياع المسار في كل تكرار من أجل  $E_0= 0.5$  joules



الشكل رقم (14) : ضياع المسار في كل تكرار من أجل  $E_0= 2$  joule

الجدول رقم (3): مقارنة بين البروتوكولات التي تعتمد على قرار عقدة فردي والبروتوكول المقترح المعتمد على قرار عقد جماعي

زمن حياة الشبكة	ضباب الرزم PDR لـ 3 عقد	ضباب المسار (dB)	متوسط عدد الفقرات	التأخير الزمني End to End delay (SECOND)	الطاقة المتبقية Residual Energy (JOULE)	
50% die	—	380	2	جيد	تستهلك طاقة قليلة حتى 70% من زمن التجربة 0.5	Simple RP
good	0.53	—	3	متوسط	0.52 - 0.76	Adaptive RP
bad	0.62	—	2.5	قليل	0.2 - 0.92	PSR
good	0.81	—	أعلى من 3	عالي جداً	0.52 - 0.74	EBRAR
No node died	—	480	—	$1.5 * 10^{-8}$	1.993 - 1.9986	البروتوكول المقترح

### 5. المناقشة:

#### • مسافة المسار الأقصر:

نلاحظ من الشكل (9) أن النمالات الثلاث اتفقت على اختيار المسار المرفق بالشكل بعد التكرار العاشر حيث بدأت كل نملة في التكرار الأول باختيار طريق وفق وجهة نظرها وفق الشكل (10) حيث نلاحظ أن النملة الأولى في التكرار الأول أوجدت مسار بطول 4.2 من واحدة المسافة، أما النملة الثانية في التكرار الأول أوجدت مسار بطول 4.8 من واحدة المسافة، أما النملة الثالثة في التكرار الأول أوجدت مسار بطول 3.9 من واحدة المسافة. وهكذا تابعت النمالات البحث عن المسار الأقصر في التكرار الثاني ولكن بعد تعديل المعلومات الإرشادية من الوسط وقيمة الفيرومون وهكذا حتى وصلت إلى التكرار العاشر حيث تقاربت النمالات الثلاث لاختيار الطريق الذي له نفس قيمة المسافة وهي 4 من واحدة المسافة الموضح في الشكلين (9) و (10) وفق خوارزمية النمل.

من أجل حساب المسافة الكلية للمسار الواحد تم حساب المسافة الإقليدية بين العقدة الحالية والعقدة الأخرى التي تختارها النملة ثم جمع قيم المسارات الجزئية للحصول على المسافة الكلية للمسار كما في المعادلة (4)، تجدر الإشارة إلى أن البروتوكول المقترح لا يعتمد على نظرية عدد الفقرات كما في البروتوكولات السابقة لأن إيجاد النمل للمسار يحتم عليه المرور بكل العقد من أجل تجميع قيم القراءات والعودة بها إلى المجمع.

ولا بد من مناقشة أن بعض المسارات التي أوجدتها النمالات تقل قيمتها عن 4 من واحدة المسافة فلماذا لم يؤخذ كمسار أقصر لنقل المعلومات؟ وتعلل الإجابة إلى أن المسار المطلوب إيجاده عليه أن يلبي كل متطلبات جودة الخدمة وليس فقط المسافات الأقصر وبالتالي القيمة 4 هي مسافة المسار الأمثل الذي يحقق باقي متطلبات جودة الخدمة.

#### • طاقة العقد المتبقية

كما نلاحظ أيضاً في الشكل (9) أن طاقات العقد قريبة من بعضها وبالتالي يوجد توازن لطاقة العقد في البروتوكول المقترح ويكون خسارة الطاقة لإيجاد المسار الأقصر صغير جداً بالمقارنة مع البروتوكولات المدروسة سابقاً. يبين الشكل أن الطاقة المتبقية للعقد بين 1.992-1.998 joule) ونستنتج أن عمر الشبكة سيكون أطول من البروتوكولات السابقة المعتمدة على قرار فردي للعقدة.

#### • زمن إيجاد المسار والتأخير الكلي:

من أجل حساب الزمن الكلي تم حساب زمن التأخيرات الصغيرة لانتقال النملة من عقدة لأخرى ثم إيجاد زمن التأخير الكلي End to End Delay، وفق المعادلة (10)

وكما يبين الشكلان (11) و(12) أن التأخير الكلي EndToEnd Delay صغير جداً حيث تبلغ قيمته في التكرار العاشر للنفقات الثلاث  $2.3 * 10^{-8} s$  من أجل طاقة أولية  $E_0 = 0.5 \text{ joule}$ ، وتحقق قيمة تأخير كلي أصغر من أجل طاقة أولية  $E_0 = 2 \text{ joule}$  حيث تبلغ قيمته  $1.5 * 10^{-8} s$

#### • ضياع المسار:

يوضح الشكلان (13) و (14) أن ضياع المسار يصل إلى قيمة 450 ديسبل وهو أعلى من البروتوكول البسيط المستقر بحدود 100 dB.

#### 6. الاستنتاجات:

تم في هذا البحث دراسة شبكات الجسم اللاسلكية وهي فرع من شبكات الحساسات اللاسلكية، وتم التعمق ببروتوكولات التوجيه المعنية بجودة الخدمة في هذه الشبكات. تم تحليل البروتوكولات التي تقوم ببناء قرار فردي لعقدة التوجيه في الشبكة بهدف إيجاد المسار الأقصر. ثم تم تصميم بروتوكول يعتمد على بناء قرار جماعي لعقد الشبكة وفق خوارزمية النمل ومقارنة نوعي البروتوكولين من حيث معايير جودة الخدمة وتم الاستنتاج أن إيجاد المسار الأقصر وفق القرار الجماعي هو الأفضل من حيث توفير طاقة العقد وتوازن طاقة الشبكة ككل وزمن إيجاد المسار مع التنويه أن ضياع المسار يكون متوسط. وكانت الاستنتاجات وفق ما يلي:

- طاقة العقد المتبقية: يركز بروتوكول تقسيم الطاقة PSR Power splitting protocol على تصغير المسار بين المرسل والمستقبل وبالتالي تصبح الطاقة غير متوازنة بين عقد الشبكة ككل حيث نلاحظ أن الطاقة المتبقية لعقد الشبكة تتراوح بين 0.2 \_ 0.92 كما يوضح الجدول (3). بحسب (KHUHRO وزملائه، 2018)
- أما بروتوكول EBRAR Energy-balanced rate Routing Protocol فيركز على التوزيع المتساوي للطاقة للرسائل بين المرسل والمستقبل حيث تمت الملاحظة أن طاقة العقد المتبقية تتراوح بين 0.58 \_ 0.74 وفي البروتوكول الديناميكي المتكيف Adaptive Routing Protocol PRP تتراوح الطاقة بين 0.76 \_ 0.52. وتتم الإشارة إلى أن التباين وهو مقياس توزيع الطاقة للبروتوكولات الثلاثة هي بالترتيب 0.008 , 0.004 , 0.075 أي أن الطاقة غير متوازنة في PSR أما البروتوكول المقترح فحافظ على توازن بين الطاقات المتبقية للعقد لقيمة تصل 1.992 كما يوضح الجدول (3). بحسب (KHUHRO وزملائه، 2018).
- أظهرت النتائج أن البروتوكول البسيط يستهلك أقل طاقة حتى 70% من زمن المحاكاة (NADEEM وزملائه، 2013) أي أنه في زمن استقرار الشبكة تمتلك العقد طاقة متبقية للإرسال إلى المجمع ولا بد من الإشارة أن اختيار عقدة ممر وسيطة موجهة في كل دورة تلعب دوراً رئيسياً في الحفاظ على استقرار الشبكة بينما البروتوكول المعتمد على درجة الحرارة لا تتغير العقدة حتى ترتفع درجة حرارتها بالتالي تعاني العقد من ناحية الطاقة المتبقية. بينما أشار البروتوكول المقترح الجديد المعتمد على خوارزمية النمل أن الطاقة المصروفة لإيجاد المسار صغيرة جداً  $0.002 \text{ joule}$  وتكون الطاقة المتبقية للعقد متقاربة و متوازنة أي أنها تحافظ على زمن حياة شبكة عالي كما هو موضح في الجدول (3)
- قيمة ضياع المسار في البروتوكول البسيط بحدود 350 dB (NADEEM وزملائه، 2013) وأقل من بروتوكول ATTEMPT بينما تكون في البروتوكول المقترح أعلى بقليل 450 dB.

## 7. التوصيات:

- تم تصميم البروتوكول في طور إيجاد المسار الأقصر ويمكن التوسع بإجراء المحاكاة من أجل طور إرسال البيانات.
- يوجد عدة أنواع من البيانات الحيوية التي تتحسس لبارامترات جودة خدمة مختلفة، يمكن تنفيذ محاكاة بتجهيز أنواع من النمل يتوافق مع نوع البيانات المحسوسة من أجل إيجاد طرق مناسبة لبارامتر جودة الخدمة.
- تم دراسة سلوك النمل في بيئة جسم الانسان الواحد، يمكن توسيع المحاكاة لتشمل انتقال النمل بين أجسام المرضى Body Area Networks BANs وهي عقد المجمعات الموجودة على أجسام المرضى وبالتالي التعامل مع بيانات مرضى مشفى بدلاً من بيانات مريض واحد.
- يمكن دراسة بارامتر الإنتاجية Throughput في طور إرسال البيانات.

## 8. المراجع العلمية:

- [1]MOVASSAGHI,S. ; ABOLHASAN, M. ;LIPMAN, J.; Smith,D. and Jamalipour, A., " Wireless body area networks: a survey. "IEEE Commun Sur Tutor vol.16, no.3, pp.1658–1686, 2014.
- [2]CHEN,C. ; KNOLL,A. ; WICHMANN, HE.andHorsch , A., "A review of three–layer wireless body sensor network system in healthcare for continious monitoring," J Mod Internet Things, vol. 2, no.3, app.24–34,2013.
- [3]NEGRA,R. ; JEMILI, I. and BELGHITH,A. "wireless Body Area Networks: Application and technologies. " Journal of Elsevier B.V, Procedia Computer Science, vol83, pp.1274–1281,2016.
- [4]BHANUMATHI,V. and SANGEETH,C,P. "A Guide for the selection of routing protocol in WBAN for healthcare applications". Journal of Human–Centric Computing and Information Sciences, pp.2–24 ,2017.
- [5]KHUHRO.S.A ; HAIDER,Z and MEMON,K. "Adaptive routing protocol for wireless Body Area Networks with Heterogeneous Nodes." Journal of Network Communication and Emerging Technologies (JNCET), vol.8, no.1,2018.
- [6]NADEEM,Q. ; JAVAID,N. ; MOHAMMAD,S,N. ; KHAN, M,Y. ; SARFRAZ,S. ; GULL,M. "Simple : Stable Increased –throughput Multi–hop Protocol for Link Efficiency in Wireless Body Area Networks." arXiv:1307.7102 v1 ,2013.
- [7]DORIGO,M. ; BIRATTARI,M. and STUZLE,T., "Ant Colony Optimization, Artificial Ants as a Computational Intelligence Technique," IEEE Computational Intelligence Magazine, pp.140–147,2006.
- [8] LIANG,X. ; BALASINGHAM,I. and BYUN,S.S. "A Reinforcement Learning Based Routing Protocol with QoS Support for Biomedical Sensor Networks" , In Proceeding of 1<sup>st</sup> International Symposium on Applied Sciences on Biomedical and Communication Technologies, Aalborg, Denmark, pp. 1–5.2008.

- [9]Razzaqe, M.A. ; Hong, C.S and Lee,S. "Data-centric multiobjective QoS-aware routing protocol for body sensor networks" Sensors, vol.11,pp. 917-937,2011.
- [10]KHAN,Z. ; SIVAKUMAR, SH. ; PHILLIPS,W. ; ROBERTSON,B. and JAVID,N." QPDR: QoS-Aware Peering Routing Protocol for Delay-Sensitive Data in Hospital Body Area Network. "Journal of Mobile Information System, Article ID. 153232,2015.
- [11] BANUSELVASARASWATHY,B. ; RATHINASABAPATHY,V. "Self-heat controlling energy efficient OPOT routing protocol for WBN." Journal of Wireless Netw. ,ID 10.1007/s11276-020-02303-5, 14-03-2020
- [12] PARK,S; KIM,T; LEE,J; "An Energy Enhanced Dual-Fuzzy Logic Routing Protocol for Monitoring Activities of the Elderly Using Body Sensor Networks". Journal of Electronics. 2020
- [13]DORIGO, M. ; STUTZLE,TH. "Ant Colony Optimization", a Bradford Book, The MIT press, Cambridge, Massachuetts Institute of Technology, London, England , 2004.
- [14]TAN,M. "Multi Agent Reinforcement Learning Independent vs. Cooperative Agents". Morgan Kaufmann Publishers, Inc.San Francisco, CA, USA. Pp.487-494,1998.
- [15]SANTOSA,B. ; Metaheuristic.M; DAN,k. ; WIDYA,G." Tutorial on Ant Colony Algorithm." Surabaya , Indonesia,2011.

## التشخيص الطبي التلقائي والتنبؤ بالتصنيف الدولي للأمراض باستخدام الأنطولوجيا الدلالية ومعالجة اللغة الطبيعية

د. أيمن عيسى\*

(الإيداع: 18 تشرين الأول 2020، القبول: 30 تشرين الثاني 2020)

الملخص:

إن التشخيص الطبي التلقائي مجال البحث النشط في صناعات الرعاية الصحية. يزود المرضى والمهنيين الصحيين برمز التصنيف الدولي للأمراض (ICD) الذي يتم فيه تصنيف الأمراض إلى مجموعة متنوعة من العلامات والأعراض والنتائج غير الطبيعية والشكاوى والظروف الاجتماعية والأسباب الخارجية للإصابة أو المرض ، وأكثر الأمور تحديًا هي كيفية العثور على رمز مرض التصنيف الدولي للأمراض المناسب للمرضى من قراءة وتحليل شكاوهم ، في هذه الورقة قمنا بتطوير نظام التشخيص الطبي التلقائي للعثور على أنسب كود التصنيف الدولي للأمراض لمرض المريض عن طريق استثمار تكنولوجيا الويب الدلالي ومعالجة اللغة الطبيعية لفهم شكاوى المريض وإيجاد رمز التصنيف الدولي للأمراض ، في هذا البحث استخدمنا أساسًا أنطولوجيا التصنيف الدولي للأمراض ICD ، وأنطولوجيا الأعراض التي تحتوي على وصف الأمراض وأعراض هذه الأمراض.

الكلمات المفتاحية: الويب الدلالي، نظام التشخيص؛ التكنولوجيا والطب؛ مرض؛ الأعراض، علم الوجود التصنيف الدولي للأمراض، علم الوجود الأعراض.

\*مدرس في كلية الهندسة المعلوماتية في جامعة الرشيد الخاصة

## Automatic Medical diagnosis and International Classification of Disease code ICD prediction Using Semantic Ontologies and Natural Language Processing

Dr.Ayman Issa\*

(Received: 18 October 2020, Accepted: 30 November 2020)

### Abstract:

Automatic Medical diagnosis has been the area of active research in healthcare industries. It provides patients and health Professional with International Classification of Disease code (ICD) in which diseases are classified to a wide variety of signs, symptoms, abnormal findings, complaints, social circumstances, and external causes of injury or disease, and the most challenge matter is how to find the right ICD disease code to the patients from reading and analyzing their complaints ,In this paper we have developed Automatic Medical diagnosis System for finding the most suitable ICD code for the patient disease by investment the technology of semantic web and natural language processing in manipulating and understating the patient complaint and finding the ICD code for it , in this research we used mainly ICD ontology , Symptom ontology which contains the diseases and symptoms description for all diseases.

**Keywords:** semantic web, Diagnosis System; technology and medicine; Disease; Symptoms, ICD Ontology, Symptom Ontology.

---

\* Instructor in the College of Informatics Engineering at Al-Rasheed Private University

## 1. Introduction

Automatic medical diagnosis, and related medical ontologies have recently of vital value in medical sector, Ontology[1][3] encompasses a representation, formal naming, and definition of the categories, properties, and relations between the concepts, data, and entities that substantiate one, or all domains, as shown in figure (1).

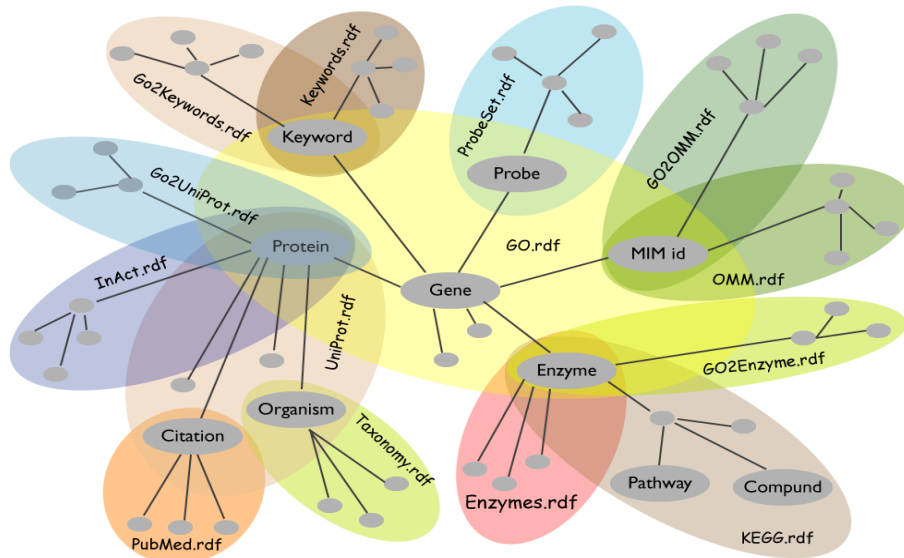


Figure (1) :ontologies[2]

Semantic web technology has been utilized to determine the best code of the disease using International Classification of Disease standard code ICD [4]. That these codes have the description of the user disease, and the major thing that we have based on it in the investment of this technology is the ontologies , especially the medical ontologies , we have used the symptoms ontology[5],diseases ontology[6],that The symptom ontology was designed around the guiding concept of a symptom being: "A perceived change in function, sensation or appearance reported by a patient indicative of a disease". Understanding the close relationship of Signs and Symptoms, where Signs are the objective observation of an illness, the Symptom Ontology will work to broaden its scope to capture and document in a more robust manor these two sets of terms. Understanding that at times, the same term may be both a Sign and a Symptom.

The International Classification of Diseases ICD is the global health information standard for mortality and morbidity statistics. ICD is increasingly used in clinical care and research to define diseases and study disease patterns, as well as manage health care, monitor outcomes and allocate resources. About 70% of the world's health expenditures (USD \$ 3.5 billion) are allocated using ICD for reimbursement and resource allocation ICD has been translated into



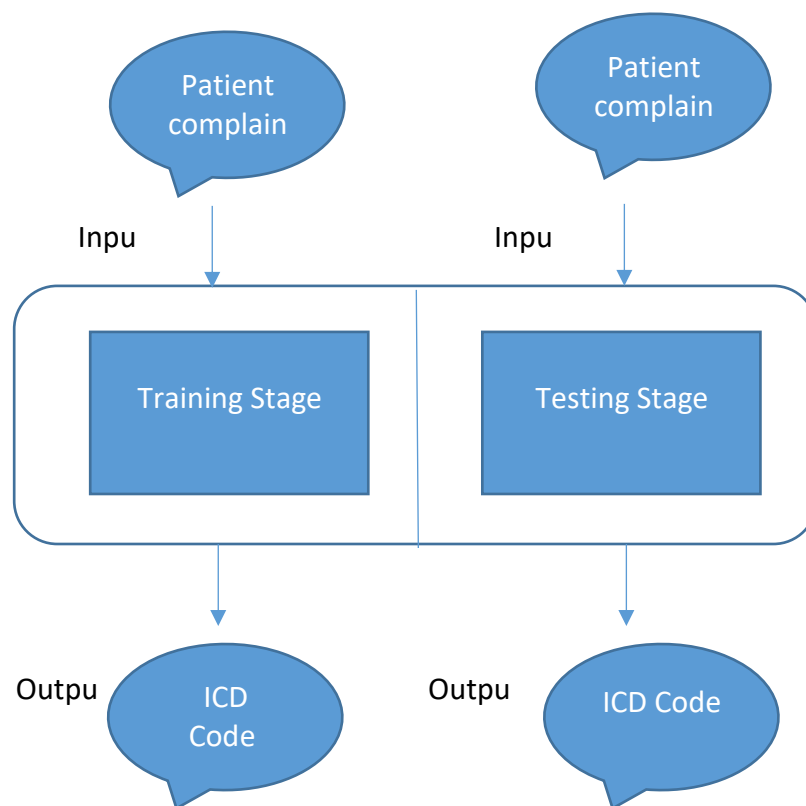
43 languages. The 11th revision process is underway and the final ICD–11 will be released in 2018[7].

## 2. Aim

The aim of the study was to find the most correct ICD10 code and full description of the disease from analyzing the patient input complaint.

## 3. Methodology

Our proposed algorithm contains two main Stages (Training Stage, Testing Stage), as shown in the figure (2); the input of each Stage is the patient compliant, and the output of each Stage is the ICD code and the description of the patient disease. The proposed method is described figure 2:



**Figure (2): Proposed System**

### 3–1. Methodology Definitions:

There are the following definitions, which are used, in the developed algorithm.

- One gram set: this set of elements and each element has one word, these sets are generated from the complaints descriptions by using natural language processing tools, that every element in the compliant set is a stemmed (stemming means return the word

to it root, plural to singular), and non-stop word. (The elements of these sets only nouns, which are, extracted from complaints descriptions using natural language processing tools.

- Tow gram set :this set of elements and each element has two words, and these words are related to each other by a relation , the relations that we have used to generate these elements (every element in set is a pair of words which are related to each other by a relation ) are nn relation, dobj relation, conj\_and relation, amod relation :

**Table Number(1) : nouns relations**

<b>Relation Symbol</b>	<b>Relation Meaning</b>	<b>Example</b>
<b>NN</b>	noun compound modifier	“Oil price futures” NN(futures, oil) NN(futures, price)
<b>dobj</b>	direct object	“She gave me a raise” dobj(gave, raise)
<b>conj_and</b>	And between nouns	computer and building products conj_and(computer, building)
<b>amod</b>	adjectival modifier	“Sam eats red meat” amod(meat, red)

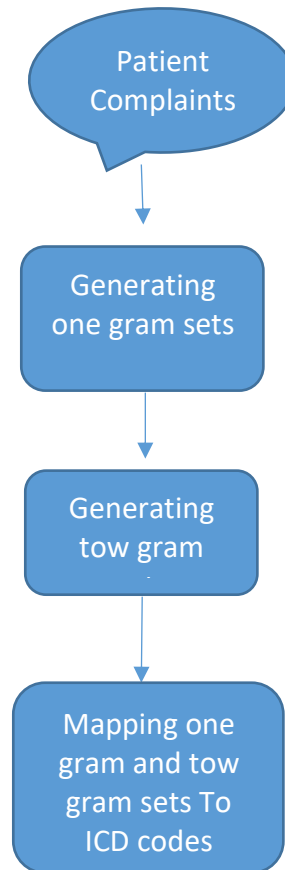
- Sets intersection : these intersection is calculated between the training sets and the testing sets , and this intersection is calculated as the following formula :

**Intersection Score= (count of identical elements of the two sets) / (size of the bigger set)**

This formula is used on wide rang in calculation intersection between sets in information theory.

### 3–2.Methodology Workflow

In This Section, the Workflow of the proposed algorithm is described in details, for the two stages of the algorithm. The following figure shows the steps of the training Stage:



**Training Stage:** it contains the two steps :

- Generating one Gram sets as the following:

Input data records are parsed and by using Stanford natural language processing tools, **nouns** are extracted and every complaint is converted to one gram set of stemmed and non-stop words nouns. (One gram which means that the main element of the set is one word only).

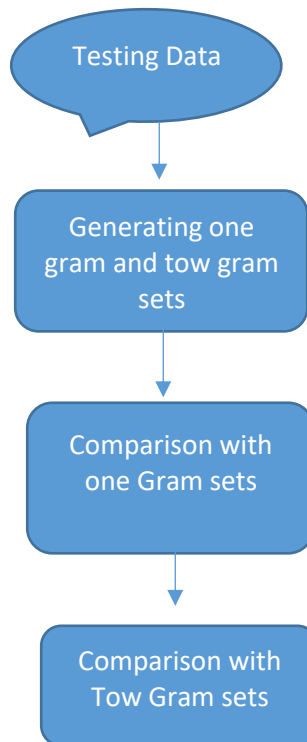
- Generating Tow Gram sets as the following :

Input data records are parsed and by using Stanford natural language processing tools, **nouns with relations** are extracted and every complaint is converted to tow gram set of stemmed and non-stop words nouns. (Tow gram which means that the main element of the set is tow words connected by relation, we have mentioned the relations types above).

- Mapping one gram and Tow Gram sets to ICD codes as the following :

Generated sets are mapped to the principle and secondary diagnosis ICD codes, that every complaint set is mapped to one principle diagnosis ICD code and a list of secondary diagnosis ICD codes.

**Testing Stage:** The following figure shows the steps of the **Testing** Stage:



- Generating one gram and tow gram sets: In this step, the testing records are manipulated and converted to One gram and tow gram sets.
- Comparison with one–Gram sets: In this step of testing Stage, every complaint one–gram set is interested with the training one–gram sets, and we take the sets with its ICD diagnosis codes, which are most relevant to the input test set.

Because we are using set intersection, we will get a list of intersected sets with the input set, so we choose the most relevant ones according to intersection score with the input set.

- Comparison with tow Gram sets : In this step of testing phase every complaint tow gram set is interested with the training tow gram sets (August, July complaints one Gram sets) and we take the sets with its ICD diagnosis codes which are most relevant to the input test set.

Because we are using set intersection, we will get a list of intersected sets with the input set, so we choose the most relevant ones according to intersection score with the input set.

By the end of the testing phase we will get for every input complaint record, we will get a list of principles and secondary diagnosis codes, which are, represent the most relevant sets of the training data sets.

The developed algorithm basing on fuzzy sets intersections ,which give us for an input complaint a list of principles and secondary diagnosis ICD codes ,which are arranged according to the intersection score(in other word it is the certainty factor that the diagnosis ICD code is the most suitable for the complaint).

### **3–3.Methodology Implementation:**

Here we will explain how we have implemented the developed system Stages in Details:

#### **3–3–1.Training Stage Implementation:**

It contains multi steps to make the implementation:

- Natural language processing step: In this step we manipulates the complaints text as we do the following(all these operations are done using Stanford Natural Language Processing tools [8]) :
  - We segment each complaint text to its words.
  - Remove stop words from complaint words list
  - Stemming complaint words list (stemming is finding the root of the word, and convert plural to single [9])
  - Get the nouns of the complaint words list; because knowledge is stored into nous not into verbs, (these nouns are the one gram set).
  - Get the relations between nouns of the complaint words list; (these nouns are the tow gram set).
- Symptoms finding step : The input of this step is the nous of the complaints texts
 

In this step we used the nous of the complaints texts and search for these nous into symptom ontology [10] (<https://bioportal.bioontology.org/ontologies/SYMP> ) and get the symptom terms from this ontology for every noun into the complaint nouns list.

The final output for this step is to build a set of symptom ontology terms for every complaint nouns list.

We used the Ontology Lookup Service (OLS) <https://www.ebi.ac.uk/ols/index> which is a big repository of medical ontologies(200 medical ontology ) , that we used this repository API to find the symptom terms of the complaint nouns , this terms contains the label and descriptions of symptoms and the synonyms of the symptom.
- ICD code searching step: The input of this step is the symptom ontology terms.

In this step, we find the ICD10 codes, descriptions, and synonyms for symptom terms, using ICD searcher service [11].

We use the Clinical Table Search Service <https://clinicaltables.nlm.nih.gov/> to find the ICD10 code for every symptom term (which generated from complaint nouns), then we used ICD Access Management API <https://icd.who.int/icdapi> to get the full information about the ICD10 code for every disease.

- **Weighting results step:** The input of this step is a list of ICD10 diseases and the output is the most five relevant diseases to the complaint text words, and symptom terms sets.

We used the sets intersection between the ICD10 diseases and complaint text words, and the intersection between the ICD10 diseases and symptom terms of the complaint nouns, set a weight to every ICD10, and order them from the most relevant to the least relevant.

At the end of this step all one gram and tow gram sets are mapped to ICD10 codes.

**3–3–2. Testing Stage Implementation:** the implementation of this Stage includes Natural language processing and sets intersection to find the most suitable ICD code for the patient from his complaint.

In this Stage all Natural language processing operations are done as these in Training Stage (segmentation, stemming, finding nouns, finding nouns relations (table (1): nouns relations), by the ending of these operations, one gram and tow gram sets are generated.

Then the intersection between one gram and tow gram sets of the testing data are intersected with the one gram and tow gram sets of the training data. The **Intersection score** is done basing on its definition of **in Methodology Definitions** section. In addition, the most relevant sets of the training data are taken into consideration to use its ICD10 codes and descriptions to assign to the testing data one gram and tow gram sets.

For the developed system, we have user java programming language for building the developed system, and for the natural language processing operations we have used Stanford natural language processing tools

#### **4. Data**

The input data was about of 2000 records of patient's complaints. In addition, we have divided this data records between training and testing stages, 1000 record for the training stage, and 1000 record for the testing stage.

#### **5. Testing and Results**

We have trained the developed system on a set of complaints records about (2000 record), and then we tested the developed system on a small set of training data set and the results

was very excellent, that the accuracy was about 90%, and the remaining 10% of accuracy was found because there were a few complaints which the system suggest a wrong ICD codes for it.

## 6. Conclusions

We have developed a system for ICD codes prediction, and this system was based on patients complaints, and this system need to continuous development by generating and feeding it with new knowledge for diseases diagnosis, that the system has its own database and it updating continuously by adding new complaints with its right ICD codes and descriptions. In addition, in the future we will expand and enrich the developed system by adding Expert rules for generating ICD codes.

## 7. References

1. <https://en.wikipedia.org/wiki/Ontology>
2. [State of the Semantic Web www.w3.org](http://www.w3.org)
3. D. Allemang and J.A. Hendler, Semantic Web for the Working Ontologist – Effective Modeling in RDFS and OWL, Second Edition, Morgan Kaufmann, 2011. ISBN 978-0-12-385965-5.
4. <https://www.who.int/classifications/icd/icdonlineversions/en/>
5. <https://www.ebi.ac.uk/ols/ontologies/symp>
6. <https://www.ebi.ac.uk/ols/ontologies/doid>
7. [https://www.who.int/news-room/detail/18-06-2018-who-releases-new-international-classification-of-diseases-\(icd-11\)](https://www.who.int/news-room/detail/18-06-2018-who-releases-new-international-classification-of-diseases-(icd-11))
8. <https://nlp.stanford.edu/software/>
9. <https://nlp.stanford.edu/IR-book/html/htmledition/stemming-and-lemmatization-1.html>
10. <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/SYMP>
11. <https://icdlookup.com/icd-10/codes>

## توظيف الطاقة الشمسية في الأبنية التعليمية

د.م. شعيب إبراهيم\* م. شذا حبش\*\*

(الإيداع: 31 آب 2020، القبول: 7 كانون الأول 2020)

### الملخص:

يحاول البحث من خلال استعراض بعض النماذج العالمية والعربية وتحليلها وفق قواعد وأسس نظرية أن يقدم لنا طرقاً وأساليب جديدة للتصميم والتشييد تستحضر التحديات البيئية والاقتصادية التي ألقت بظلالها على مختلف القطاعات في هذا العصر، ويبرز من بينها تصميم مبانٍ ذاتية الأداء ومباني الطاقة الصفرية، وذلك من خلال تطبيق المباني البيئية وخاصة تلك التي تعتمد على أنظمة الطاقة الشمسية السلبية (المجهزة عند تصميم المبنى).

يتضمن البحث تسليط الضوء على دراسة التصميم الأمثل للأبنية التعليمية كنموذج عن الأبنية العامة والتي لها علاقة بترشيد الطاقة من شريحة كبيرة من المستخدمين ذوي بيئات اجتماعية مختلفة من خلال (التوجيه وشكل المبنى، وموقع الفتحات وحجمها وغيرها)، العزل الحراري ومواد البناء المستدامة، وأنظمة التدفئة والتبريد، مما يحقق جودة البيئة الداخلية، ويقلل استخدام الطاقة في المبنى ويحقق شروط الراحة لمستخدميه.

**الكلمات المفتاحية:** الطاقة الشمسية\_ الأبنية التعليمية\_ العمارة الشمسية.

\* أستاذ مساعد في كلية الهندسة المعمارية\_ جامعة طرطوس.

\*\*م. طالبة دكتوراه\_ قسم علوم البناء والتشييد\_ جامعة البعث.



## Employing solar energy in educational buildings

\*Dr. Eng Shoaib Ibrahim

\*\* Arch. Shaza Habash

(Received: 31 August 2020, Accepted: 7 December 2020)

### Abstract:

By reviewing some global and Arab models and analyzing them according to theoretical rules and foundations, the research tries to present to us new methods and methods of design and construction that evoke the environmental and economic challenges that have cast their shadows on various sectors in this era, including the design of self-performance buildings and zero-energy buildings, through application of environmental buildings, especially those that depend on passive solar energy systems (equipped when designing the building).

The research includes shedding light on the study of the optimal design of educational buildings as a model for public buildings, which is related to energy conservation from a large segment of users with different social environments through (orientation, building shape, location and size of openings, etc.), thermal insulation, sustainable building materials, heating and cooling systems. , Which achieves the quality of the internal environment, reduces the energy use in the building and fulfills the comfort parameters for its users

Key wards: Solar Energy\_ Educational Buildings\_ Solar Architecture.

---

\*Dr. Eng Shoaib Ibrahim: Assistant professor of Architecture Faculty\_ Tartous University.

\*\* : Arch. Shaza Habash: PHD student\_ Department of Building Science and Implementation\_ AL Baath University.

## 1. المقدمة:

تمثل العمارة الشمسية العمارة التي تتبنى توظيف الطاقة الشمسية كمرتكز أساسي للتصميم، مثل المباني الكفوءة الطاقة والتي توظف الطاقة الشمسية في تحقيق بيئة داخلية مريحة، مسيطر عليها، تتناسب وحدود الراحة الإنسانية من متطلبات التكيف الحراري والإنارة، لذلك لا بد من التوجه نحو هذه العمارة وتحقيق أبنية ذاتية الإمداد للطاقة مستدامة.

## 2. هدف البحث:

دراسة أثر تطبيقات العمارة الشمسية السلبية في رفع كفاءة الأبنية التعليمية.

## 3. مواد وطرق البحث:

## • استخدام الطاقة الشمسية السلبية في العمارة.

إن مفهوم التصميم الشمسي السليبي يؤكد نهج التصميم المعماري الذي يقلل من استهلاك البناء للطاقة وذلك من خلال دمج الأجهزة التقليدية الموفرة للطاقة مع عناصر التصميم السليبي كموقع البناء، كفاءة عزل المغلف الخارجي، الكميات المناسبة من الفتحات الزجاجية للوصول إلى الإضاءة والتدفئة المناسبين.

الفكرة الأساسية لتصميم الطاقة الشمسية السلبية هو السماح لضوء النهار، الحرارة والهواء بالدخول إلى المبنى فقط عند الحاجة لذلك (أي عندما تكون مفيدة). ويعتبر التصميم الشمسي السليبي مناسباً أكثر بالنسبة لأبنية جديدة أو تجديد الأبنية بشكل كبير، وذلك لأن معظم المكونات في هذا التصميم هي جزء لا يتجزأ من المبنى اعتماداً على اختيار الموقع ومجموعة من التحسينات المخطط لها وخصائص المبنى.

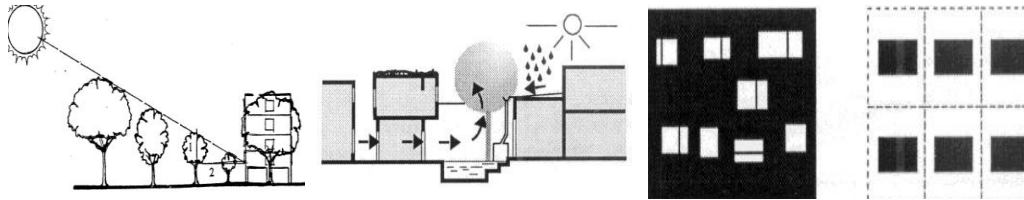
قبل الوصول إلى تصميم شمسي سليبي مناسب هناك خمس نقاط أساسية يجب أن تكون معروفة لدى المصمم وهي:

1. مدى قوة الشمس في الموقع في أوقات مختلفة من السنة.
2. حركة الشمس في أوقات مختلفة من السنة بالنسبة للموقع.
3. كمية الحرارة الشمسية التي سوف يحتاجها المبنى في أوقات مختلفة من السنة وذلك بهدف تحقيق الراحة الحرارية لقاطني المبنى.

4. سعة تخزين المبنى بما يتعلق في الحصول على الطاقة الشمسية في الموقع لاستخدامها عند الحاجة إليها.
5. ما هي الاحتياجات الإضافية للسيطرة على الحرارة المكتسبة من الإشعاع الشمسي المباشر أو انتقال الحرارة بالحمل وبالتوصيل في التصميم وكيفية التحكم بأدائها من خلال شكل المبنى أو تهويته. [1]

## • الأسس التي يجب أن تندرج خلال تصميم البناء وفق أنظمة الطاقة الشمسية السلبية:

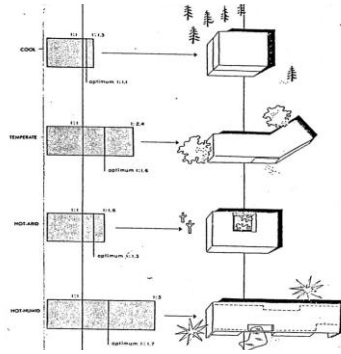
1. التصميم العمراني: زيادة إمكانيات الموقع من خلال (توجيه البناء، عناصر الموقع كالتشجير والمياه....). كما هو موضح بالشكل (1).



الشكل رقم (1): أسس استخدام الطاقة الشمسية السلبية في العمارة من الجانب العمراني، المصدر:

م. دانيل. ك. رايف: المنازل الشمسية، ترجمة، م. سعد كيلو، 2002.

2. شكل البناء والتصميم الداخلي: تحديد وظائف الفراغات الداخلية تبعاً لاتجاهاتها بالنسبة لأشعة الشمس وذلك بهدف التقليل من استخدام التدفئة والتكيف بالإضافة إلى الإضاءة الطبيعية. كما في الشكل (2). [6]



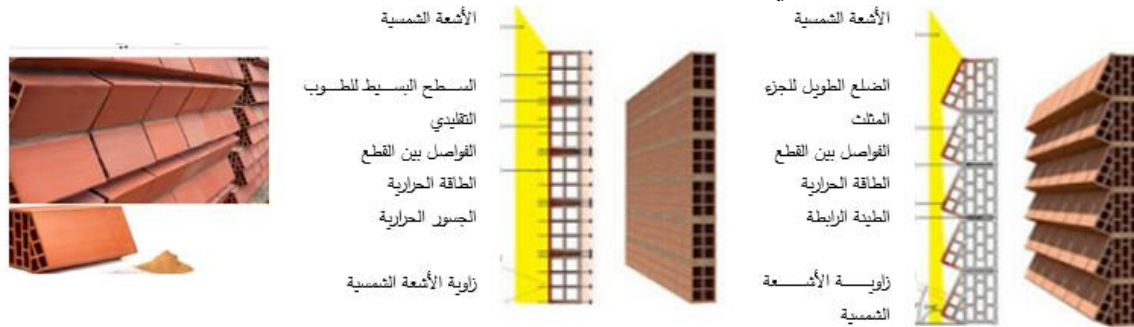
الشكل (2) اشكال المباني حسب محاور امتدادها،

المصدر: م. دانييل. ك. رايف: المنازل الشمسية، ترجمة، م. سعد كيلو، 2002.

3. الكتلة الحرارية: (اختيار مواد البناء المناسبة والصدقية للبيئة).

4. الحماية الحرارية (العزل الحراري): توفير مستويات مناسبة من العزل الحراري والحد الأدنى من تسرب الهواء.

مثال على ذلك تم ابتكار نوع مستحدث من القرميد ذاتي التبريد، يشتت الحرارة للحفاظ على المبنى بارد، وهو عبارة عن قطع قرميد ذات مقطع غير منتظم يسمح بمرور التيارات الهوائية عبر القطع لتخفيف كمية الحرارة التي يكتسبها المبنى، من أهم ميزاته: يستخدم الطين كمواد خام، شكله غير متناظر مكون من مستطيل ومثلث غير منتظم يحمي المبنى من أشعة الشمس، حيث يصنع وفق مبدأ القرميد التقليدي مع تطوير في تصميم المقطع ويستخدم في المغلفات المعمارية والواجهات يوضح الشكل (3) توضع في الواجهات وشكل مقطعه. [5]



الشكل رقم (3): القرميد ذاتي التبريد، ومقطعه غير المتناظر.

المصدر: <http://www.Sustainablebuildings.com/>

5. الفتحات الزجاجية: نقل الحرارة والضوء والهواء بين المساحة الداخلية والبيئة الخارجية من خلال تحديد مواقع الفتحات الزجاجية واتجاهاتها وأبعادها.

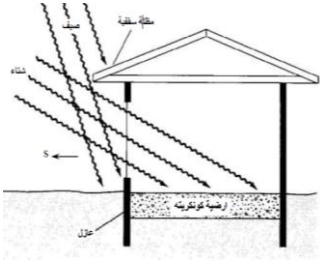
6. التسخين الشمسي السلبي بواسطة الزجاج وتصميم الكاسرات الشمسية المناسبة.

7. استخدام تقنيات الطاقة الشمسية السلبية في المبنى: كي يتفاعل المبنى مع معطيات البيئة إيجابياً من خلال المواصفات التي يتمتع بها والناجمة من التصميم نفسه.

8. التبريد السلبي مع التهوية الطبيعية: ويعتمد على تبادل الهواء من خلال الوسائل الطبيعية مما يساعد على تحسين أداء الطاقة في المبنى. [1]

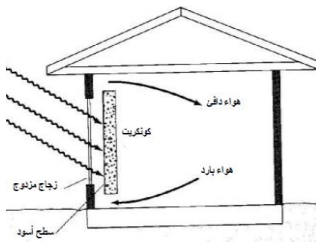
- منظومات التدفئة السلبية:

المواصفات الرئيسية المطلوبة للأنظمة السلبية هي: توفر عزل حراري جيد ووجود نوافذ في الجانب الجنوبي من المبنى، بالإضافة إلى وجود مواد خزن للطاقة الفائضة، ويمكن تقسيم منظومات التدفئة السلبية إلى ثلاثة أنواع هي:



1- **منظومات الكسب المباشر:** فيها تستخدم النوافذ على الجانب الجنوبي للسماح بدخول الأشعة الشمسية، وتوضع مواد الخزن الحراري كالكونكريت والحجر والطابوق داخل الفراغ لامتصاص الأشعة الشمسية، كما أن جعل الأرضية من الحصى أو الكونكريت هو أحد الأمثلة لهذه الأنظمة، كما في الشكل (4). [12].  
الشكل رقم (4): منظومة تدفئة سلبية تستخدم النوافذ لإمرار الأشعة الشمسية والكونكريت لخزن الطاقة، المصدر:

Roaf Sue, Fuentes Manuel, Thomas Stephanie; Eco house; third edition, 2007.



2- **منظومات الكسب غير المباشر:** يتم فيها جمع وخزن الطاقة الشمسية في جزء من المبنى، ويستخدم التبادل الحراري الطبيعي بواسطة التوصيل والحمل في توزيع الحرارة إلى بقية المبنى، ومثال جيد لهذه المنظومات هو جدار ترومب ( Trombe Wall) كما في الشكل (5).

الشكل رقم (5): منظومة الكسب غير المباشر\_ جدار ترومب، المصدر:

Roaf Sue, Fuentes Manuel, Thomas Stephanie; Eco house; third edition, 2007.

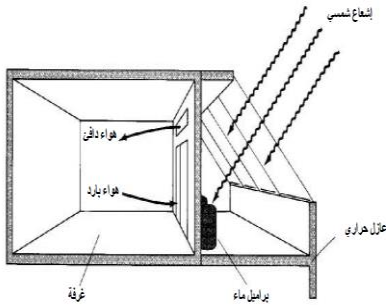


الجدار المائي المخزن للطاقة (Water trompe wall): وهذه الطريقة تشبه جدار ترومب ولكنها تستخدم جالونات اسطوانية مملوءة بالماء بدلاً من الجدار المصمت، حيث يتميز الماء بأن طاقة تخزينه الحرارية أعلى بكثير من الجدار الخرساني أو الطوب أو الحجر، كما أن الماء يقوم بتوزيع الحرارة مباشرة إلى الفراغ. كما في الشكل (6).

الشكل رقم (6): منظومة الكسب غير المباشر\_ الجدار المائي المخزن للطاقة،

المصدر: Roaf Sue, Fuentes Manuel, Thomas Stephanie;

Eco house; third edition, 2007.



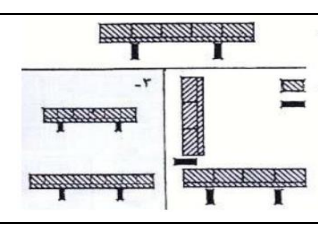
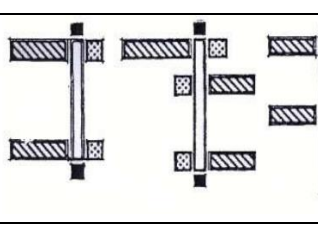
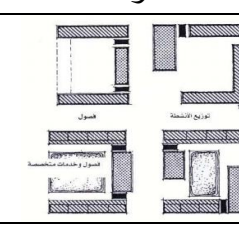
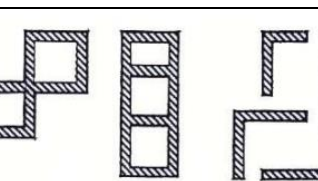
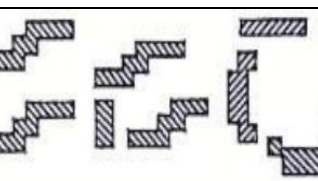
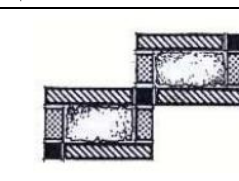
3- **منظومات البيوت الزجاجية الملاصقة للمبنى:** المبينة في الشكل (7): يمكن استخدامها لأغراض الزراعة والتدفئة في آن واحد، وتقوم بنقل الحرارة المحبوسة في البيت الزجاجي إلى داخل فراغ المبنى، وإن خزن الحرارة والعزل الجيد لأرضية البيت الزجاجي وجوانبه هما من المتطلبات المهمة في هذه المنظومات. [12]

الشكل رقم (7): منظومة الكسب الحراري بالبيوت الزجاجية، المصدر:

Roaf Sue, Fuentes Manuel, Thomas Stephanie; Eco house; third edition, 2007.

- الأنماط التصميمية للأبنية التعليمية: بشكل عام تقسم إلى ستة نماذج أساسية وفيما يلي استعراض لها:

الجدول رقم (1): الأنماط التصميمية للأبنية التعليمية

1. النمط الشريطي.	2. النمط الإصبعي.	3. النمط ذو الفناء الواحد.
		
4. النمط ذو الأفنية المتعددة.	5. النمط ذو الوحدات المتكررة.	6. النمط المتضام.
		

• الطاقة الشمسية وتقنياتها في كفاءة المبنى.

لقد تعددت الطرق المقترحة للاستفادة من الطاقة الشمسية مثل استخدام المرايا العاكسة لتجميع ضوء الشمس، أو ابتكار طرق لتجميع حرارة الشمس وامتصاصها، أو تحويل ضوء الشمس إلى طاقة كهربائية بواسطة الخلايا الشمسية وغيرها من الاستخدامات. ومن أهم التطبيقات الخاصة بالخلايا الشمسية التطبيق الخاص بموضوع (العلاقة التكاملية بين المباني والخلايا الشمسية) أي ربط الخلايا الشمسية مع التشكيل المعماري للمبنى، وتشير عبارة النظم الشمسية المتكاملة مع المبنى إلى أنها تبنى وتقام مع المبنى، وذلك يحدث بالتعاون ما بين هندسة العمارة والهندسة المدنية وتصميم النظم الشمسية. [7]

• العلاقة التكاملية بين المباني والخلايا الشمسية: يتم تركيب وتكامل الخلايا الشمسية بالمبنى عن طريق اثنين من أجزائه، والذي يتضح من خلالهما التشكيل الناتج من الخلايا على غلاف المبنى والمتمثلان في الأسقف والجدران. وهناك أيضاً العديد من الطرق لتركيب الخلايا على الأسقف والواجهات سواء على الأسقف المستوية أو المنحدرة أو الواجهات بأنواعها، وتنقسم طرق التركيب في كل نوع من أنواع الأسقف والواجهات حسب زاوية التركيب والإنشاء إلى طبقات مغلقة وطبقات مفتوحة باتجاه واحد وطبقات مفتوحة باتجاهين وذلك بالنسبة للأسقف المستوية، أما بالنسبة للأسقف المنحدرة فتتقسم طرق التركيب للخلايا فيها إلى خلايا مركبة على الأسقف الأردوازية\* وخلايا مركبة على أسقف قرميدية وأسقف مفرودة باتساع، وخلايا مركبة فوق طبقات، وبالنسبة للواجهات فهناك واجهات مغلقة وأخرى مفتوحة. [8] وتتأثر العلاقة التكاملية بين المنظومات الشمسية والشكل المعماري بكل مما يأتي:

- مواقع تركيب المنظومات الشمسية.
  - المستويات الشكلية للتكامل بين المنظومات الشمسية والنتاج المعماري.
  - التعدد الوظيفي للمنظومات الشمسية كمواد إنهاء خارجية في الشكل المعماري.
- يعتمد موقع ومساحة المنظومات الشمسية المستخدمة في الأبنية على شكل وتوجيه غلاف المبنى، ويفضل ألا تكون هذه الأسطح مظلمة، بصورة عامة هناك خمسة مواقع رئيسية في المبنى من الممكن أن تتكامل معها المنظومات الشمسية وهي:
1. الأسطح الأفقية.
  2. الأسطح المائلة.
  3. الأسطح المنحنية.
  4. واجهات المباني.
  5. التفاصيل المعمارية.

\*الأردواز: حجر جبلي وهو صخر صفائحي كألواح منتظمة تستخدم لتغطية أسقف المنازل في أوروبا.

- الأسطح الأفقية:

أولاً: الوحدات الشمسية المائلة المصممة للأسطح الأفقية: هي عبارة عن ألواح مائلة بزوايا ثابتة، تثبت على هياكل حاملة وتثبت الهياكل بدورها على الأسطح، كما هو موضح بالشكل (8):



الشكل رقم (8): الوحدات الشمسية المائلة المصممة للأسطح الأفقية، المصدر: (2010, Siguldo, Latvio)

ثانياً: الوحدات الشمسية العازلة للحرارة ذات الوضع الأفقي: تمتاز بعض أنواع الألواح الشمسية باحتوائها على مواد خاصة للعزل الحراري تكون من ضمن الوحدة الشمسية فهي تساعد على زيادة العزل الحراري للمبنى بسبب المادة العازلة التي تحويها، كما هو موضح بالشكل (9).



أسلاك توصيل التيار  
تطبيق اللوح الشمسية  
طبقة عازلة للحرارة  
طبقة عازلة للمياه

الشكل رقم (9): الوحدات الشمسية العازلة للحرارة ذات الوضع الأفقي، المصدر (الجادري وسليم، 2010)

ثالثاً: وحدات شمسية تستعمل كإضاءة سقافية طبيعية: تستخدم لتغطية الفراغات الكبيرة بالأسطح الأفقية أو الأسطح



المسننة. عند استخدام الأسطح المسننة يتم وضع الألواح الشمسية بالتوجه الذي يستقبل أكبر كمية ممكنة من الطاقة الشمسية وغالباً ما يكون التوجه الجنوبي بينما تفتح الجهة الشمالية لاستقبال الإضاءة الطبيعية، كما في الشكل (10).

الشكل رقم (10): السطح المسننة وتكاملها مع الخلايا الشمسية، المصدر: (2010, Siguldo, Latvio)



أما عند استخدام الأسطح الأفقية فيتم استخدام الألواح الشمسية الشفافة أو النصف شفافة للسماح بدخول الإضاءة النهارية، كما هو موضح بالشكل (11). [4]

الشكل رقم (11): استخدام الخلايا الشمسية كأسطح شفافة، المصدر: (2010, Siguldo, Latvio)

- الأسطح المائلة:

أولاً: إضافة الوحدات الشمسية إلى السطح المائل بهيئة وحدات تعوض عن مواد الإنهاء الأصلية للأسطح: الوحدات الشمسية المستخدمة في هذا النوع لها صفات مواد الإنهاء الاعتيادية من تحمل للظروف الجوية والعزل الصوتي ومقاومة المياه بالإضافة إلى توليدها للطاقة وتكون الجهة الخلفية للوحدات الشمسية هي سقف الفضاء الداخلي، تكون هذه الألواح خفيفة الوزن، ومن الممكن أن تكون من النوع نصف الشفاف، أو أن تكون معتمة (Opaque) وتحتاج الوحدات الشمسية أحياناً إلى عملية تهوية الأسطح الداخلية لتقليل درجة الحرارة المحيطة بها، قبل إضافة الوحدات تتم إضافة مقاطع من



الحديد أو الألمنيوم لتشكيل الشبكة التي سيتم تثبيتها عليها، أما التوصيلات الكهربائية فتكون مخفية ضمن المقاطع الهيكلية الحاملة للوحدات الشمسية، كما هو موضح بالشكل (12).



الشكل رقم (12): الخلايا الشمسية بديل عن مواد الإنهاء التقليدية في الأسطح المائلة،

المصدر: (Sinaps, Donker, 2013)

ثانياً: إضافة الوحدات الشمسية للأسطح المائلة فوق مواد الإنهاء الخارجية: يتم تثبيت الوحدات الشمسية المعتمدة على مواد



الإنهاء التي هي سقف للفراغ الداخلي وبهذا تكون الأساس الذي ستستند عليه الوحدات، كما هو موضح بالشكل (13).

الشكل رقم (13): الخلايا الشمسية فوق مواد الإنهاء التقليدية في الأسطح المائلة، المصدر: ( Sinaps, Donker, )

(2013)

ثالثاً: إضافة الوحدات الشمسية ضمن مواد الإنهاء التقليدية للسطح: الحقول المهمة للنظام التكاملية BIPV وهي عبارة عن



قطع صغيرة الحجم PV Shingles تكون على نوعين: إما وحدات شمسية صغيرة يتم تثبيتها مع مواد الإنهاء الخارجية أو تكون مصنعة من ضمن الوحدة الواحدة أي مع مادة الإنهاء التقليدية. أو وحدات مقواة Fiber Reinforced Plates كما هو في الشكل (14). [12]

الشكل رقم (14): الخلايا الشمسية بدل مواد الإنهاء التقليدية في الأسطح المائلة،

المصدر: (Sinaps, Donker, 2013)

#### • الأسطح المنحنية:

أولاً: تطبيقات الوحدات الشمسية الرقيقة (Thin film): هو نوع من الوحدات الشمسية يتصف بمرونته وقابليته للطي، كما من الممكن أن يحل محل مواد الإنهاء الخارجية التقليدية وهو خفيف الوزن، عازل جيد للماء، كما هو في الشكل (15).



الشكل رقم (15): الخلايا الشمسية الرقيقة والمرنة واستخدامها في الأسطح المنحنية،

المصدر: (Sinaps, Donker, 2013)

ثانياً: السطح المقوسة بالوحدات التقليدية: من الممكن أن يتم تصميم الأسطح المقوسة باستخدام الوحدات الشمسية التقليدية

بترتيبها بشكل مقوس، كما في الشكل (16).



الشكل رقم (16): الخلايا الشمسية الرقيقة والمرنة واستخدامها في الأسطح المنحنية، المصدر: (Wesoff, 2011)

- واجهات المباني: تكون الألواح الشمسية المتكاملة مع واجهات الأبنية واضحة بصورة أكبر من أنواع التكامل الأخرى، يمكن استغلال مساحات كبيرة من هذه الواجهات لاستثمارها في توليد الطاقة عندما تكون ضمن التوجيه الصحيح. [3]



أولاً: الجدران الستائرية (Curtain wall): ومن الممكن تضمينها بأنواع مختلفة من الألواح مثل استخدام الوحدات الشمسية المزججة أو المؤطرة أو غير المؤطرة ويتم استخدام مواد ربط (حشوات) ما بين الفراغات لإغلاق الفجوات، ويمكن أن تكون شفافة أو معتمة كما في الشكل (17).

الشكل رقم (17): بعض مقاطع وطرق تركيب الخلايا الشمسية في الجدران الستائرية،

المصدر: (Krawietz, 2011)



ثانياً: الجدران العمودية ذات الإكساء الخارجي: تغطي الألواح الشمسية واجهة المبنى بأكملها أو جزء منها وأحياناً تكون طبقة ثانية على طبقة أولى داخلية تحتوي على مواد عازلة ويراعى فيها استخدام مواد مانعة لتسرب المياه لمنع حدوث التكاثف، وينبغي أن تكون هذه الطبقة محكمة السد والفراغات الهوائية فيها مغلقة، كما في الشكل (18).

الشكل رقم (18): جدران عمودية كطبقة فوق الطبقة الداخلية،

المصدر: (Krawietz, 2011)



ثالثاً: واجهات بجدران مائلة: إما أن يكون الجدار مائل هو جدار ستائري مضاف، أو أن يكون جدار المبنى نفسه مائل وتثبت عليه الوحدات الشمسية كإكساء خارجي، كما في الشكل (19).

الشكل رقم (19): واجهات خلايا شمسية بجدران مائلة، المصدر: (Krawietz, 2011)



رابعاً: الجدران ذات الأشكال المنحنية: من الممكن توظيف الوحدات الشمسية لتشكيل واجهات ذات أشكال منحنية، كما هو موضح بالشكل (20).

الشكل رقم (20): جدران خلايا شمسية ذات أشكال منحنية، المصدر: (Krawietz, 2011)

خامساً: واجهات متنوعة باتجاهات ومساحات مختلفة: في الأبنية ذات الواجهات الواسعة والنوافذ الكبيرة يمكن تغطيتها بألواح شمسية، ولكن تبقى بعض النوافذ دون تغطية لعدم توضعها بالاتجاه المناسب للاستفادة منها، مما يتطلب التغيير في التشكيل وتصميم المبنى، للوصول إلى مبنى يلبي احتياجات الاستفادة من الطاقة ولكنه لا يتماشى مع الطابع العام، كما في الشكل (21).



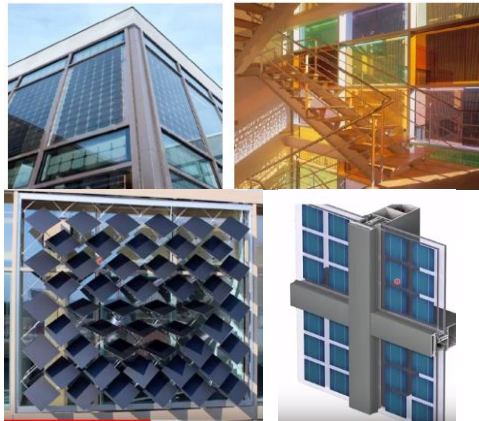


الشكل رقم (21): جدران خلايا شمسية ذات أشكال تتماشى مع الأسطح المعرضة لأشعة الشمس،  
المصدر: (Krawietz, 2011)

- **التفاصيل المعمارية:** تعد إحدى الطرق الفعالة في تكامل الوحدات الشمسية مع الشكل المعماري للمبنى، وهي أن تحل محل عناصر التظليل أو استخدامها كعناصر نوافذ أساسية أو كإضافات مثل الدرابزين الحماية، موضحة كما يلي:  
**أولاً:** كاسرات الشمس الثابتة والمتحركة: هي عناصر معمارية بهيئة ألواح أو شرائح طويلة مدمجة، تثبت خارج النافذة، وتكون باتجاهين أفقي لصد الإشعاع عالي الزاوية وعمودي لصد الإشعاع منخفض الزاوية، ومن الممكن أن تثبت الوحدات الشمسية عليها أو أن تحل محلها، كما هو موضح بالشكل (22).

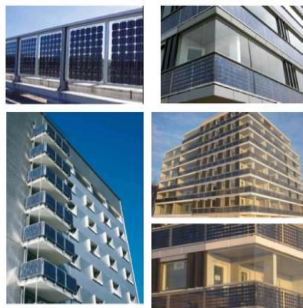


الشكل رقم (22): نماذج لمانعات الشمس، المصدر: (Krawietz, 2011)



- **ثانياً:** نوافذ خلايا شمسية: وفيها يتم تركيب الخلايا الشمسية بدل الزجاج التقليدي في نوافذ الألمنيوم، وتكون شفافة وبألوان جميلة ومختلفة وتعطي ظلال وإضاءات مميزة داخل الفراغ الداخلي. وفي بعض الأبنية استخدمت الخلايا نوافذ للمبنى، من خلال تشكيل النوافذ على شكل ألواح زجاجية ضمنها الخلايا الشمسية بحيث تترك فراغات لدخول الضوء والاستفادة من الخلايا في الوقت نفسه، يوضح الشكل (23) أشكال هذه النوافذ.

الشكل رقم (23): شبابيك خلايا شمسية، المصدر: (Krawietz, 2011)



**ثالثاً:** استخدامها كدرايزين البلكونات والتراسات:

- وفيها يتم تركيب الدرايزين ويكون المكون الأساسي فيه الخلايا الشمسية كبديل عن مواد الدرايزين التقليدية ويعطي شكل جديد وحديث، كما في الشكل (24).

الشكل رقم (24): خلايا شمسية كدرايزين البلكونات والتراسات،

المصدر: (Krawietz, 2011)

- **استراتيجيات العمارة الشمسية:** تشمل الاستراتيجيات التصميمية للعمارة الشمسية تصميم المبنى لتحقيق الراحة الحرارية من تدفئة وتبريد إلى جانب توظيف الضوء الطبيعي ضمن نظم إنارة المبنى لتتجسد —: نظم التجنب الحراري والنظم الذاتية في التدفئة والتبريد والإضاءة. حددت استراتيجيات تصميم العمارة

الشمسية ضمن بنيتها الثابتة إلى عدد من الاستراتيجيات الخاصة التي تتفرع عن الاستراتيجيات العامة والتي تصنف إلى:

- استراتيجيات التجنب الحراري (Heating Avoidance) والتي تتضمن عدداً من الاستراتيجيات الخاصة:
- استراتيجيات التوجيه (Orientation Strategies): تمثل الاستراتيجية الأولى في عملية تصميم العمارة الشمسية إذ أن التغير في التوجيه يسبب اختلاف كمية وزاوية الأشعة الشمسية الساقطة على أوجه المبنى، مما يؤثر على أدائها الحراري بشكل كبير، إذ أن التوجيه الجنوبي للمبنى يكسب السطح أكبر كمية اشعاع خلال الفترات التي تكون فيها درجة الحرارة تحت المعدل شتاءً وأقل كمية خلال الفترات التي ترتفع فيها درجة الحرارة فوق المعدل صيفاً مما يجعله التوجيه المثالي، مع وجود مناورة تصميمية تعطي مرونة أكثر للتوجيه المثالي بزاوية  $22,5^\circ$  جنوب \_ جنوبي شرقي مع نسبة سماح تصل إلى  $22,5^\circ$  جنوب شرق \_ جنوب غرب.
- استراتيجيات التظليل (Shading Strategies): التي تمثل مفتاحاً لتحقيق الراحة الحرارية الداخلية طبيعياً وجزءاً أساسياً من استراتيجية التجنب الحراري وفق التظليل العام للمبنى، وتظليل الفتحات.
- استراتيجيات الإضاءة الطبيعية (Sun lighting Strategies): تصنف اعتماداً على محور توزيع الفراغات نحو مصدر الأشعة لتحديد استراتيجيتين أساسيتين: تنظيم الفراغات على المستوى الأفقي\_ وتنظيم الفراغات ضمن المستوى العمودي.
- استراتيجيات العزل الحراري (Heating insulation Strategies): استخدام العوازل الحرارية والتي هي مواد بسعة حرارية منخفضة وذات ممانعة حرارية عالية يمكن بإضافتها تقليل السريان الحراري عبر قشرة المبنى.
- استراتيجيات اختيار الألوان (Color Strategies): يؤثر اختيار لون السطوح الخارجية على معامل الانعكاس والامتصاص.
- استراتيجيات السيطرة على مصادر الحرارة الداخلية (Heating resources zoning Strategies): تنتج بعض الفراغات نسب عالية من الحرارة كالمطابخ والغرف الميكانيكية التي تضم مصدراً حرارياً لذا فإنها تدفأ وتبرد وتهوى بشكل منفصل عن الفراغات المجاورة.
- استراتيجيات التشجير (Greening Strategies): تظليل ذو أهمية خاصة على مستوى تصميم الفراغات الخارجية يتجسد بالبيئة المحيطة، كالأبنية المجاورة والأشجار التي تحدث تظليل متجدد ومستمر.
- 1. استراتيجيات النظم الذاتية (Passive system): وهو النظام الذي يجمع ويخزن ويعيد توزيع الطاقة الشمسية من دون استخدام مراوح أو مضخات أو أي نظم مراقبة معقدة من أجل حفظ الطاقة وتهيئة الراحة بأبعاد وإزالة الحرارة الشمسية الغير مرغوب بها بواسطة الطرق المدمجة في المبنى وعناصره الرئيسية العمودية والأفقية، وتتضمن:
  - استراتيجيات التبريد الذاتي: تتضمن عدد من الاستراتيجيات الخاصة من التبريد بالتهوية، الإشعاع، التبريد التبخيري، التبريد الأرضي واستراتيجية إزالة الرطوبة بالتجفيف.
  - استراتيجيات التدفئة الذاتية: تتضمن عدد من الاستراتيجيات الخاصة من استراتيجيات التدفئة بالكسب المباشر، استراتيجيات التدفئة بالكسب غير المباشر ونظم العزل التي تتضمن استخدام الأفنية والفراغات الصيفية والشتوية بالاعتماد على مبدأ الهجرة بين الفراغات.
- دراسة أمثلة لبعض الأبنية التعليمية وفق معيار LEED: ستم دراسة الأمثلة المختارة من خلال الجوانب الآتية:
  1. المقترحات التصميمية التي تعتمد على (الموقع المستدام: التوجيه، شكل المبنى، الفتحات، مواد البناء والعزل). وكفاءة استخدام المياه والإنارة الطبيعية (التعامل مع مياه الأمطار، الاستفادة من عناصر تنسيق الموقع).

2. استراتيجيات تصميم العمارة الشمسية لتحقيق الراحة الحرارية من تدفئة وتبريد.

### A. كلية بورتلاند المجتمعية (PCC):

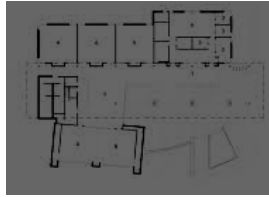
مقدمة (تعريف بالكلية): وهي أكبر مؤسسة للتعليم العالي في ولاية أوريغون، تخدم المقيمين في خمس مقاطعات. المقترحات التصميمية التي تعتمد على (الموقع المستدام: التوجيه، تأثير شكل المبنى، الفتحات، مواد البناء والعزل). [16] شكل وتكوين الكتلة: يمتد التصميم على طول المحور الشرقي الغربي، ويزيد من تعرض المبنى الشمالي والجنوبي إلى أقصى حد، يحمي التداخل العميق على الجانب الجنوبي من المبنى الفتحات من التوهج مع توفير المساحات الخارجية التي يمكن استخدامها حتى خلال فصل الشتاء الرطب. تصميم الفتحات: يجمع تصميم الإضاءة النهارية ذي التكلفة المعقولة بين المناور المشتركة والبلاط السقفي الصوتي في نظام السقف المنحدر الفريد لكافة الفصول الدراسية والمكاتب المفتوحة مع ضوء النهار المنتشر - مما يلغي الحاجة إلى المصابيح الكهربائية خلال اليوم.



أكوام التهوية\_ مظلة السقف\_ مواد البناء والتشطيبات.



الموقع العام: الربط الطرقي- ممرات المشاة- الفناء الخارجي وتوزيع الكتل



مسقط أفقي للطابق المتكرر



مسقط أفقي للطابق الأرضي



الواجهة الشمالية



الإنارة السقفية

الشكل رقم(25): المخططات المعمارية لكلية بورتلاند، المصدر: <https://www.aiatopten.org>

عناصر التظليل: لتخفيف احتباس الحرارة المرتبط بالطرق ومواقف السيارات، مجموعة متنوعة من أشجار الظل الكبيرة، تحيط بالطريق الجديد وشريطها المتوسط المستمر ومواقف السيارات. بالإضافة إلى المظلة الكهروضوئية، ولتظليل الفتحات تم تمديد السقف ليعمل بشكل كاسرات أفقية تقلل من الوهج الساقط على الفتحات، كما تم تزويده بالخلايا الكهروضوئية.



الشكل رقم (26): المظلة الكهروضوئية في كلية بورتلاند، المصدر: <https://www.aiatopten.org>

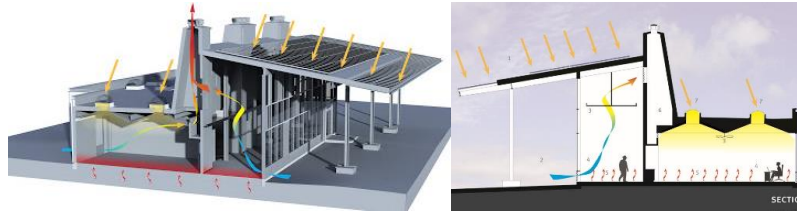
تطبيقات تقنية الخلايا الشمسية والكهروضوئية في تحقيق وظيفة الفراغ المعماري من ترشيد استهلاك الطاقة وتأمين الإنارة والتهوية الطبيعية للمبنى.



**التهوية الطبيعية:** تعمل توربينات التهوية الدورانية على كل كومة على سحب الهواء النقي عبر كوات على طول محيط المبنى وإطلاق هواء ساخن من خلال قممها. الإضاءة الطبيعية: تقع غالبية الفصول الدراسية والمساحات المكتبية في الجانب الشمالي من المبنى، مما يسمح للمساحات بأن تضيء في ضوء النهار مع ضوء الشمال المنتشر.

الشكل رقم (27): توربينات التهوية الدورانية في كلية بورتلاند، المصدر: (<https://www.aiatopten.org>)

**تطبيقات الطاقات المتجددة:** صمم السقف الهائل ليضم مصفوفات الخلايا الكهروضوئية لإنتاج الطاقة الكهربائية وتوزيعها إلى المبنى بناء على الطلب. [16]



الشكل رقم (28): رسم توضيحي لألية عمل تطبيقات الطاقة الشمسية، المصدر: (<https://www.aiatopten.org>)

**كفاءة استخدام المياه:** يوجد في المدينة منطقة مياه مستصلحة تابعة للبلدية موجودة بالفعل والتي يمكن أن تعطي ثقة كلية المجتمع في أنه سيتم بناؤها لهم.

**استراتيجيات تصميم العمارة الشمسية لتحقيق الراحة الحرارية من تدفئة وتبريد:**

**الجدول (2) استراتيجيات التبريد الذاتي في كلية بورتلاند المجتمعية، المصدر [عمل الباحث]**

استراتيجيات التبريد الذاتي		التبريد بالتهوية
توضع الكتل في الجزء الشمالي من الحرم الجامعي بشكل يخلق فناء خارجي يوفر مسارات تهوية أفقية طبيعية.	تصميم مسارات تهوية أفقية	
من خلال الاستفادة من مناخ Pacific Northwest، يشتمل المبنى على تهوية طبيعية وتبريد سلبي يتم التعبير عنه بواسطة أكوام التهوية التي تنظم العمود الفقري الدوراني. تعمل توربينات التهوية الدورانية على كل كومة على سحب الهواء النقي عبر كوات على طول محيط المبنى وإطلاق هواء ساخن من خلال قممها.	تصميم مسارات تهوية عمودية	
توربينات التهوية	الدورانية	
تساعد مجموعة مختارة من شجيرات الخضرة المنخفضة المتاخمة لكوات التهوية الطبيعية في المبنى على التبريد السلبي.		



الجدول (3) استراتيجيات التدفئة الذاتية في كلية بورتلاند المجتمعية، المصدر [عمل الباحث]	
استراتيجيات التدفئة الذاتية	
توظيف كتلة المبنى	شملت الاستراتيجيات السلبية تعظيم التعرض للمبنى من الشمال والجنوب، والتراكب العميقة، وضوء النهار، والتهوية الطبيعية، والأرضيات الخرسانية للكتلة الحرارية، ومظروف عازل للغاية باستخدام الألواح العازلة الهيكلية.
للكسب الحراري	توفر مراوح السقف انخفاضاً بمقدار 3 درجات في درجة الحرارة المحيطة من خلال حركة الهواء أثناء استخدام جزء صغير من طاقة وحدات تكييف الهواء.
  <p>الواجهة الجنوبية للكسب الحراري - مراوح السقف لخفض درجة الحرارة</p>	
اختيار مواد الموقع العام (أرصفة-عناصر تخطيطية)	التقليل من استخدام المواد، مثل استخدام لوح الخرسانة الهيكلي وجدران القص الخرسانية كالتشطيبات النهائية ووضع البلوط الأبيض المعتمد من FSC بشكل استراتيجي حيث سيكون له التأثير الأكبر، عند إداخلات الفصول الدراسية ومكتب الاستقبال.
  <p>صور توضيحية لمواد التشطيبات</p>	
استراتيجيات التدفئة بالاكسب المباشر	
استراتيجيات التدفئة بالاكسب غير المباشر	

### B. جامعة الملك عبد الله للعلوم والتكنولوجيا KAUST:

مقدمة (تعريف بالجامعة): هي جامعة بحثية دولية جديدة على مستوى الدراسات العليا، أنشئت لدفع الابتكار في العلوم والتكنولوجيا ودعم البحوث ذات المستوى العالمي في مجالات مثل الطاقة والبيئة. يعد الحرم الجامعي الجديد لجامعة الملك عبد الله الأول من نوعه في المملكة العربية السعودية وهو أول مشروع معتمد من ليد وأكبر مشروع في العالم ليد.

استخدم الفريق خمس استراتيجيات تستعير من الثقافة والتقاليد لحل القضايا البيئية:

1. مبني على غرار المدن العربية التقليدية، حيث يتم ضغط الحرم الجامعي قدر الإمكان لتقليل كمية الغلاف الخارجي المعرض للشمس وتقليل مسافات المشي في الهواء الطلق.
2. كما هو موجود في السوق التقليدية، أو السوق العربية، تتميز الطرق المتداولة المظللة والمبردة بشكل سلبي بالضوء الشديد والمساحات الاجتماعية.
3. ألهمت الخيمة العربية المصممين لإنشاء نظام ضخم للسقف يمتد عبر كتل البناء لمنع أشعة الشمس على واجهات المباني وفي العمود الفقري للمشاة، لتسهيل التهوية الطبيعية وتصفية الضوء. الألواح الشمسية التي تغطي السطح تلتقط أشعة الشمس.
4. أثرت استراتيجيات التهوية الفعالة في المنزل العربي التقليدي في تصميم أبراج الرياح التي تعمل بالطاقة الشمسية والتي تسخر الطاقة من الشمس والرياح لتوليد تدفق الهواء بشكل سلبي في ممرات المشاة.

5. على غرار فكرة "المشربية"، يقوم الحرم الجامعي بتظليل النوافذ والمناور باستخدام نظام تظليل متكامل يعمل على تقليل الأحمال الحرارية مع خلق إضاءة مبهرة. [15]



موقع عام للحرم الجامعي \_ لقطة للجامعة والسقف الضخم المغطى بالخلايا الشمسية

الشكل رقم (29): المخططات المعمارية لجامعة الملك عبد الله، المصدر: <https://www.aiatopten.org>.

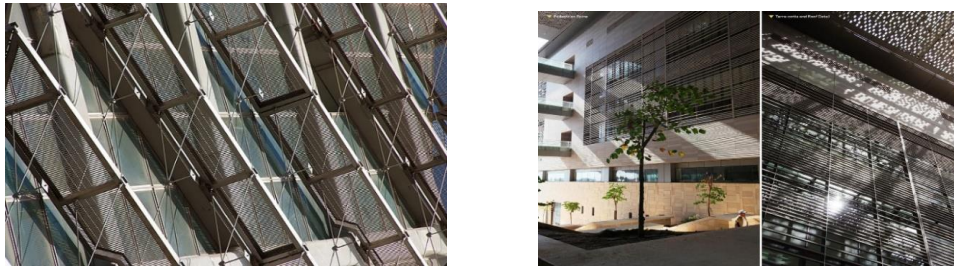
المقترحات التصميمية التي تعتمد على (الموقع المستدام: التوجيه، تأثير شكل المبنى، الفتحات، مواد البناء والعزل).  
شكل وتكوين الكتلة: نسيج متضام لجميع مباني الحرم الجامعي على غرار المدينة العربية القديمة، يغطيها سقف هائل،  
وجميع المباني تتخذ استطالة وفق المحور شرق \_ غرب ليأخذ المبنى شكل أصابع.  
تصميم الفتحات: فتحات واسعة على الواجهات الجنوبية للمباني، وتظليل النوافذ والمناور على غرار المشربية.



الشكل رقم (30): مخطط الموقع العام لحرم الجامعة والواجهة الجنوبية، المصدر:

<https://www.aiatopten.org>.

عناصر التظليل: السقف الضخم الذي يغطي مجمل المباني يقلل من كسب أشعة الشمس على الواجهات، الكاسرات على النوافذ منها الثابت والمتحرك، إضافة على مواد البناء في الغلاف الخارجي ذات الملمس الخشن والنتوءات التي تخلق ظلال ونور على الواجهات، وبعض الأشجار الدائمة الخضرة في الأفنية الداخلية.



الشكل رقم (31): الفتحات وعناصر التظليل على الواجهات، المصدر: <https://www.aiatopten.org>.

تطبيقات تقنية الخلايا الشمسية والكهروضوئية في تحقيق وظيفة الفراغ المعماري من ترشيد استهلاك الطاقة وتأمين الإنارة والتهوية الطبيعية للمبنى.

التهوية الطبيعية: الأفنية الداخلية بين المباني تحقق تهوية مناسبة، وتصميم أبراج الرياح التي تعمل بالطاقة الشمسية والتي تسخر الطاقة من الشمس والرياح لتوليد تدفق الهواء بشكل سلبي في ممرات المشاة.

الإدارة الطبيعية: تستخدم مباني الحرم الجامعي النتوءات البارزة، وفتحات التهوية الخارجية الثابتة، وفتحات التهوية الخارجية المتحركة، والمساحات الداخلية ذات الأسقف الزجاجية، والمناور، ونظم التظليل الميكانيكية. [15]



الشكل رقم (32): الأفنية الداخلية في حرم الجامعة وأبراج الرياح، المصدر: <https://www.aiatopten.org>.



تطبيقات الطاقات المتجددة: على سقف المبنى تم تركيب مصفوفات ضخمة من الخلايا الحرارية الشمسية لتوفير الماء الساخن لكافة المباني في الحرم الجامعي، ومصفوفات الخلايا الكهربائية الضوئية لإنتاج الطاقة الكهربائية وتوزيعها إلى مباني الحرم الجامعي بناء على الطلب.

الشكل رقم (33): تركيب مصفوفات الخلايا الشمسية على سقف الجامعة،

المصدر: <https://www.aiatopten.org>.

كفاءة استخدام المياه: تجمع مياه الأمطار وتخزن للاستخدام، ولحماية النظم الإيكولوجية الطبيعية والمرافق الترفيهية تستخدم جامعة الملك عبد الله أساليب تنسيق الحدائق والمساحات الخضراء التي لا تتطلب مياهًا إضافية للري. حيث يتم توجيه جميع المياه الرمادية والسوداء في الحرم الجامعي إلى محطة معالجة المياه وهناك يتم معالجتها وفقاً لمعايير التعليم العالي وتستخدم للري. يتم معالجة مياه الأمطار الزائدة قبل مغادرة الموقع والتقاط التلوث (الرواسب)، مما يحمي النظم الإيكولوجية المجاورة.

استراتيجيات تصميم العمارة الشمسية لتحقيق الراحة الحرارية من تدفئة وتبريد:

الجدول رقم (4): استراتيجيات التبريد الذاتي في جامعة الملك عبد الله، المصدر [عمل الباحث]	
استراتيجيات التبريد الذاتي	
تصميم	الاستفادة من رياح البحر الأحمر السائدة لتكون بمثابة آلية تبريد
مسارات تهوية أفقية	توظيف الأفنية الوسطية لخلق اضطراب هوائي ويحسن تصميم MEP معدلات التهوية فهو يتضمن مراقبة تسليم الهواء لإزالة الملوثات الضارة وثاني أكسيد الكربون ضمن نظام توزيع الهواء الموجود تحت الأرضية مما يجعل إزالة الملوثات أكثر كفاءة.
تصميم مسارات تهوية عمودية	توظيف ملاقط الرياح: يضم الحرم الجامعي تحفتين فنييتين من الأبراج الشمسية يحدثان فرق ضغط سلبي وذلك باستخدام أشعة الشمس والرياح السائدة من الشمال الغربي والرياح التي تهب على موقع الحرم من البحر الأحمر لإحداث تيار هوائي لطيف مستمر على طول الأفنية المظللة.
يتألف غلاف البرج من طبقتين خارجيتين من الحوائط الساترة الزجاجية، وهذه الطبقة الخارجية شفافة تماماً تسمح بمرور أكبر قدر ممكن من الطاقة الشمسية خلالها، في حين تتألف الطبقة الداخلية من زجاج مظل يتصف بدرجة امتصاص عالية يجمع الطاقة الشمسية لزيادة حجم الهواء الساخن داخل البرج إلى أقصى حد، وعندما يرتفع الهواء الساخن خارجاً من أعلى البرج يحل محله الهواء البارد من الفناء.	



الجدول رقم (5): استراتيجيات التدفئة الذاتية في جامعة الملك عبد الله، المصدر [عمل الباحث]	
استراتيجيات التدفئة الذاتية	
<p>ضغط الحرم الجامعي قدر الإمكان لتقليل كمية الغلاف الخارجي المعرض للشمس</p> <p>استراتيجية المناور والأفنية الداخلية المسقوفة بالزجاج</p> <p>توزيع الفراغات على المحور العمودي للمبنى</p>	<p>توظيف كتلة المبنى للكسب الحراري</p>
	
<p>اختيار مواد الرصف ذات الألوان الفاتحة لتعكس زيادة الحرارة الشمسية وتقليل درجة الحرارة الكلية</p> <p>استخدام الألوان الداكنة لتقليل معامل الانعكاس لسطح قشرة المبنى</p> <p>تصميم المواد الخارجية الأساسية لخلق تباين بين الأضواء والظلال، والاستفادة من حركة الشمس.</p> <p>تم تطوير Terra-cotta والحجر والزجاج والفولاذ المقاوم للصدأ في مجموعة مشتركة من استراتيجيات تغليف المباني المطبقة على معظم المساحات.</p>	<p>اختيار مواد</p> <p>الموقع العام (أرصفة- عناصر</p> <p>تخطيطية)</p>
 <p>صور توضيحية لمواد التشطيبات</p>	

#### 4. النتائج والمناقشة:

نتائج الدراسة التحليلية لبعض الأبنية التعليمية وفق عناصر محددة ومناقشتها يمكن أن نخلص إلى النتائج التالية:

وفق التصميم العمراني: الموقع العام وعناصره:

كتلة المبنى وتوجيهها: الامتداد على المحور شرق \_ غرب حقق الاستفادة الأكبر من التهوية والإنارة الطبيعيين والتقليل من الكسب الحراري وتوفير المكان المناسب والأمثل لإضافة الخلايا الشمسية.

عناصر الموقع: ساعدت عناصر الموقع من أشجار ومظلات في التقليل من الكسب الحراري المباشر، سواء في محاور المشاة الرئيسية، أو على الواجهات المعرضة للأشعة الشمسية المباشرة.

• كفاءة استخدام المياه: الاستفادة بشكل تام من مياه الأمطار وفق استراتيجيات تحقق إدارة المياه واستصلاحها.

#### شكل البناء والتصميم الداخلي:

\_ في بعض الأبنية التعليمية تم الاستفادة من الأسس التصميمية للأبنية التعليمية والتي تعتمد على تشكيل المباني على شكل أصابع لتحقيق وظيفة توجيه للحركة أو تأمين المنظومات الخدمية اللازمة للتهوية والإنارة.

\_ ساهمت الأفنية الداخلية في الأبنية التعليمية في تحقيق البيئة الجيدة والراحة الحرارية المناسبة لمستخدمي المبنى، بالإضافة إلى تحقيق مناطق ضغط مختلفة مما ساعد في خلق تيارات هوائية تستخدم في تهوية الفراغات التعليمية والقاعات والغرف الإدارية....



تم ادخال تقنيات الطاقة الشمسية على المبنى بشكل ينسجم مع تكوينه وشكله المعماري، وذلك لتوفير الراحة الحرارية للمستخدمين، وتأمين المياه الساخنة وتوليد الطاقة الكهربائية المطلوبة لتشغيل بعض الأجهزة الكهربائية.

#### **الكتلة الحرارية والعزل الحراري:**

تتعدد مواد البناء والإكساء المستخدمة في الأبنية التعليمية وكان معظمها من المواد المحلية أو المعاد تدويرها وقد تعددت ألوانها وملمسها وسهولة التركيب والتشكيل، وهذا له تأثير كبير على الشكل المعماري للمبنى الذي يتطلب مواد تتسم بالديناميكية والمرونة والحداثة تتعكس على طابع المبنى المعماري وجماليته.

ساعدت التقنيات الجديدة لمواد البناء الحديثة من تحقيق العزل الحراري وإمكانية إضافة بعض التقنيات إليها بحيث تصبح مولدة للطاقة.

وظفت الفتحات للتهوية والإنارة مما أعطى الفتحات أهمية وظيفية حيث جاءت أغلبها على كامل الواجهات الجنوبية ومنها فتحات سقفية.

من الدراسة التحليلية فإن لوسائل التظليل والكاسرات والبروزات تأثير كبير على الشكل المعماري للأبنية التعليمية المدروسة وتأثيراً وظيفياً يتجلى في التظليل وحماية المبنى من وهج الشمس، ومكان مناسب لإضافة الخلايا الشمسية للاستفادة القصوى من الطاقة الشمسية.

#### **5. الاستنتاجات والتوصيات:**

- من أجل تحقيق الكفاءة التصميمية للمنظومة الوظيفية للأبنية التعليمية يجب مراعاة مايلي:
- 1. كفاءة الاستجابة لاحتياجات المستخدمين فيما يتعلق بالملاءمة والراحة والمتطلبات الشخصية من خلال:
  - الهدوء والطمأنينة وحضور الطبيعة في أغلب الفضاءات العامة لإزالة الضغط النفسي، استعمال الانهاءات ذات المواد الطبيعية أينما أمكن، الوضوحية الفضائية والتنظيمية، استغلال الهيكل الانشائي والضوء الذي يعبر عن نمط الاستخدام والتدرج الوظيفي.
- 2. كفاءة التصميم للتوسع والمرونة من خلال:
  - القابلية للتوسع جزئياً وكلياً وفي أكثر من اتجاه واحد\_ للتصميم بحيث يكون التغيير في الفضاءات والفعاليات الرئيسية لا يؤثر على العملية التشغيلية الكلية للمبنى.
- 3. الكفاءة التصميمية للمنظومة الطاقية للأبنية التعليمية من خلال:
  - كفاءة استخدام المياه بالشكل الملائم \_ كفاءة ترشيد استهلاك الطاقة وإمكانية توفيرها من الموارد المتجددة كالشمس والرياح، من خلال الأبراج الريحية والخلايا الكهروضوئية.
  - المرونة التي يتمتع بها الإنشاء الهيكلي تساعد في تشكيل واجهات واسعة مما يساهم في تحقيق الإنارة الطبيعية، وخلق وابداع أفكار معمارية خلاقية.
  - يوصى باستخدام مواد البناء المحلية المستدامة، وإدخال التقنيات عليها للاستفادة من الطاقات المتجددة وتحقيق المبنى للطاقة ذاتياً، وبالتالي إمكانية تكيفه ليلائم حاجة مستخدميه وتحقيق انسجام المبنى مع البيئة المحيطة.

## 6. المراجع:

1. د. البصير، ناديا\_ إعادة توظيف الأبنية الحديثة كمفهوم بيئي في المنطقة العربية، المؤتمر الدولي الأول حول التراث والعولمة والبيئة المحلية، الرياض 29 نوفمبر\_ 1 ديسمبر 2004.
2. الجادري إحسان علي و د. يونس محمود محمد سليم، 2010 (أثر استخدام تقنية المنظومات الشمسية كمواد إنهاء خارجية في النتاج المعماري).
3. الدارجي، رنا مجيد ياسين، 2006 رسالة ماجستير قسم الهندسة كلية الهندسة جامعة بغداد (استراتيجيات العمارة الشمسية ضمن البنية الثابتة والديناميكية لها).
4. القصراوي، سماح مصطفى محمد، 2005 كلية الدراسات العليا، الجامعة الأردنية (دور التكنولوجيا المتقدمة في تشكيل العمارة المعاصرة).
5. الموسوعة العربية \_ ابن عثيمين\_ مجموعة مؤلفين\_ المجلد /13/ \_2005.
6. م. دانييل. ك. رايف: المنازل الشمسية، ترجمة، م. سعد كيلو، 2002.
7. عبد الرزاق نجيل كمال، سرى فوزي عباس، 2008 (تشكيل واجهات المحميات السكنية وأثره في المشهد الحضري لمدينة بغداد)، مجلة الهندسة والتكنولوجيا\_ المجلد /26/، العدد /5/.
8. ميخائيل داليا سمير، 2005 رسالة ماجستير، كلية الهندسة\_ جامعة القاهرة بعنوان (تأثير التطور التكنولوجي على التشكيل المعماري).
9. Krawietz Prof. Dr. Arch. Silke A., 2011 (Sustainable Buildings and BIPV an international perspective).
10. Prasad Deo, Mark snow, "Designing with solar power", Images publishing, (2005).
11. Randall Thomas, "Photovoltaics and Architecture" London GBR: Routledge, (2001).
12. Roaf Sue, Fuentes Manuel, Thomas Stephanie; Eco house; third edition, 2007.
13. Robert Farrington, 1993 (Building\_ integrated Photovoltaics).
14. (<https://www.aiatopten.org>).
15. <http://www.Sustainablebuildings.com/>

## الهبوطات والتشققات في تربة النواة الغضارية وطرق معالجتها

د. سمر عبدالحميد عوده\*

(الإيداع: 30 أيلول 2020، القبول: 26 كانون الثاني 2020)

### الملخص:

تصمم السدود الركامية الحديثة وفق اسس التصميم الحديثة على نحو تتكون من نواة مركزية كتيمية من تُربٍ ناعمة تحتوي على كميات كبيرة من الغضار، محوطة بمواد انتقالية تتدرج في الخشونة باتجاه الخارج، وتصمم المناطق الانتقالية لتمثل فلاتر تمنع من نقل حبيبات التربة الناعمة من النواة بواسطة المياه المتسربة باتجاه الردميات في الأوجه، وتؤمن مخرجاً آمناً للتسرب عند قدم السد الخلفية. وتحافظ على جفاف الردميات لتأمين استقرار المنحدر الخلفي وأمان السد . تحدث التشققات في السدود الترابية عند التنفيذ أو عند الاملاء الأولي نتيجة أسباب عدة ونتيجة التسرب تحدث ظاهرة الحت التراجعي إذ تعود نسبة 46 % من أسباب انهيار السدود للحت التراجعي، و يمكن للفلتر المصمم، بشكل صحيح السيطرة على التآكل وإغلاق الشقوق التي قد تحدث في نواة السد الكتيمية. وهذا البحث يتعرض للتشققات التي تحدث في النواة الغضارية للسد أسبابها، وطرق معالجتها، ومن ثم إجراء دراسة مخبرية على نموذج مخبري يمثل نواة السد الغضارية وطبقة الفلاتر التي تقع خلفها وتطبيق شروط حقلية من قيمة وجهه الضاغط المائي و طريقة وشروطها الترب المستخدمة، وجود التشققات في النواة، لمراقبة كيفية إغلاق التشققات وإيقاف الحت والانجراف، ودور الفلتر وشكل حباته في ذلك حيث تم إغلاق الشق في التربة الغضارية بعد 30 ساعة من بداية جريان الماء فيه، لكن بنسب انجراف مختلفة لكل من نمودجي الفلاتر حيث كانت نسبة الانجراف للنواة المتشققة في حال استخدام فلتر المقالع (حصويات زاوية) أكبر بمرتين ونصف استخدام نفس الفلتر بحبات مدورة ملساء.

الكلمات المفتاحية: الفلاتر ، الحت، الانجراف، الترشيح ، إغلاق الشقوق ،السدود، التسرب.

\* دكتوراه في الهندسة المدنية- اختصاص الهندسة الجيوتكنيكية -كلية الهندسة المدنية – جامعة البعث

## Displacements And Cracks In The Soil Of Clay Core And The Methods Of Crack Closing.

Dr. SAMAR AUDE\*

(Received: 30 September 2020, Accepted: 26 January 2021 )

### Abstract:

Historical records of dam failures determined that 46% of these failures were due to piping, where the filters were either inadequate or not present.

Filter is important part in an embankment dam because it is critical in protecting the core (often clay) against erosion. A proper filter is also able to control and seal unfavorable cracks that may occur through the impermeable core.

Among all of the methods, laboratory simulation is still to be the best way of designing. To explain the reasons, this study has reviewed the literature. It was found that many factors like gradation curve and its properties, , grain shape, fine content, filter , etc. affect the soil-filter behavior. Later in this paper these factors are explained.

This research to investigate the ability of filters to stop cracks, has many principal elements: Development of a laboratory filter test device for testing composite specimens with cracks formed through base coarse material.

-The effect of the grain size of the upstream and downstream filters on filtration mechanisms.

presents the main research findings and conclusions of the research study with the recommendation of an improved filter design guideline. It also presents some future directions in this field.

**Key word** : filters , piping, erosion, filtration, closed cracks , earth dam, seepage.

---

\*Department of Geotechnical Engineering– Faculty of Civil Engineering– Albaath University.

**1- مقدمة:**

إن حدوث أي انهيار في السد وجريان المياه المخزنة خلفه يسبب دماراً شاملاً لذلك فإن التشغيل الأمثل للسد في الظروف كافة مهم جداً للحصول على المنافع التي بني من أجلها السد؛ بالرغم من أن السدود تصمم باعتماد عامل أمان مقبول فإن حوادث انهيار كثيرة قد حصلت، بعض هذه الحوادث في سدود صممت حديثاً وكثير منها حدث أثناء الإملاء الأولي للبحيرة، وهنا نذكر أهمية الاهتمام بالكتابة عن التشققات في السدود الترابية وذلك للسببين التاليين:

- إن كثيراً من تصدعات الناتجة عن الحث التراجعي (piping) التي تقوم بتهديب الماء على طول كتف السد لها منشأ يعود إلى التشققات، وإن ملاحظة هذه التشققات ليس سهلاً حيث أنه في بعض الحالات لا تصل إلى سطح السد. [2]

- أكد 1974 Sherard أن الانهيارات الناجمة عن الحث التراجعي (Piping) تحصل عن طريق بعض أنواع الغضار المتواجد في حالة انتشار وتبعثر. عندما يكون الغضار على تماس مباشر مع الماء تفضل بعض حبيباته عن سطح الكتلة الغضارية وتصبح معلقة في الماء فإذا جرى الماء انتقلت هذه الحبيبات معه وسمحت بتشكيل ظاهرة الحث التراجعي (تسمى بأوكار الثعالب) بسرعة كبيرة وغالباً ما يبدأ جريان الماء هذا في بعض شقوق الجفاف أو الشقوق الناجمة عن هبوطات تقاضلية في أساس السد أو ردميات جسمه. [14]

- درس (1991) Leonards, G.A., Huang, A.B., & Ramos, J الانجراف في سد Conner Run Dam بإجراء اختبار النفاذية بضغط ثابت وتطبيق ميول هيدروليكية عالية، لدراسة انجراف التربة الغضارية لنواة السد، حيث أن دليل اللدونة للتربة الغضارية لنواة السد تراوح بين 13 إلى 21 وتم رصها حتى الكثافة الجافة الأعظمية لبروكتور. [12]

**2- الهدف من البحث:**

بينت الدراسات أن 46% من أسباب انهيار السدود نتيجة ظاهرة الحث التراجعي (Piping) نتيجة لوجود التشققات في التربة الغضارية.

يمثل البحث تعريفاً عاماً بالتشققات التي يمكن أن تحدث في النواة الغضارية للسد ومن ثم دراسة مخبرية لمنطقة اتصال الفلتر بالنواة الغضارية، لدراسة آلية الترشيح لفلتر مفروض ومناقشة تأثير العوامل المؤثرة على إغلاق التشققات واستقرار مجموعة (التربة - فلتر). بشكل مماثل للشروط الحقلية وبما يناسب خصوصية كل تربة. [2]

يركز هذا البحث على مجموعة نقاط أساسية هي:

- تعريف عام بأنواع وأشكال التشققات التي تحدث في التربة الغضارية لنواة السد.
- دراسة مخبرية توضح آلية إيقاف الحث وإغلاق الشقوق في نواة السد وتأثير شكل حبات الفلتر ودورها في إغلاق التشققات في نواة السد.

**3- مواد و طرق البحث:**

سنتطرق في هذا البحث إلى الهبوطات والتشققات في السدود الترابية والأسباب المؤدية لها والتي يمكن تلخيصها بما يلي:

**1- تشققات الهبوط التفاضلي**

إن كثيراً من حالات الماء الراشحة التي سببها تشققات جسم السد تتحول إلى حث تراجعي، وهذا الوضع يصادف في السدود الصغيرة المبنية بشكل عشوائي، ولكن التشققات إن وجدت في السدود الكبيرة والمبنية بأساليب حديثة دقيقة فهي تحتاج لمراقبة.

تنتج التشققات من تأثير اجهادات الشد في السد وتظهر عندما يتبدل وضع السد تحت تأثير الهبوط التفاضلي.

إن شبكة التشققات ترتبط بهندسة المشروع والانضغاطية في أساساته أو أكتافه أو جسمه، ويمكن للتشققات أن تأخذ أي اتجاه فتكون محلية أو تمتد لمسافات كبيرة عبر النواة، وقد يبلغ عرض الشق 15 سم علماً بأن الشقوق التي عرضها 3-4 سم هي شقوق شائعة [3].

يتطور وضع التشققات في السدود المتوسطة (التي ارتفاعها أقل من 30م) وفي القسم العلوي من السدود الكبيرة بينما يمنع تطورها وتمركز الاجهادات في قسمها السفلي وفي جميع الأحوال يجب أن نعلم ما يجري داخل السد الترابي ومعرفتنا لمواقع احتمال ظهور التشققات.

## 2- التشققات العرضية

إن أخطر التشققات هي التشققات العرضية لأنها تسهل مرور الماء الراشح عبر النواة، وسبب هذا النوع من التشققات هو هبوط تقاضي بين الأقسام المتجاورة من السد، وغالباً يكون بين الردميات الموجودة في سرير الوادي والقسم المجاور للأكتاف .

إن أهم أنواع التشققات هي التي تنتج بسبب أساسات قابلة للانضغاط وأكتاف شديدة الانحدار غير قابلة للانضغاط وهنا تظهر التشققات في النصف العلوي من الأكتاف ويمكن أن تكون شاقولية أو مائلة وبكل الاتجاهات وفق التصميم الهندسي للسد والتشوهات التي تصيبه.

إن الخطر الكبير يأتي من كون أساسات السد قابلة للانضغاط وكذلك من انضغاطية جسم السد رغم الاعتناء ببنائه فقد ينتج عن ذلك تشققات عرضية [3].

## 3- التشققات الطولية

لا تعتبر التشققات الطولية خطرة، وهذا ما دلت عليه الأحداث حتى في السدود الحديثة، وسبب هذه التشققات هي الحركات المختلفة التي يتعرض لها السد (عمقها لا يزيد عموماً عن متر واحد) وتظهر التشققات الطولية نتيجة:  
- هبوط تقاضي في الأساسات : ويحصل عندما تكون ردميات مانعة الرشح مرصوفة جيداً، فتتهبط قمة السد أقل من جوانبه

إن ظهور التشققات الطولية على قمة السد يعود جزئياً إلى وجود اجهادات شد في أعلى جسم السد ولكن يجب الإشارة إلى أن الخطر الرئيس من وجود التشققات الطولية هو اتصالها بالتشققات العرضية غير المرئية، لذا يجب مراقبتها وعندما تتوقف حركتها نقوم بحفر قسم التشقق ونملأه بترية مرصوفة ومن الموصى به إجراء آبار مراقبة كي نتأكد من أن التشققات الطولية ليست مائلة تقطع النواة وإذا ما لاحظنا وجود شق طولي طويل وعميق فلا بد من مراقبته وأخذ قياساته.

## 4- التشققات الداخلية غير المرئية على سطح السد:

إن غالبية أنواع التشققات التي قمنا بوصفها حتى الآن ممكن ظهورها على سطح السد وقد لا نستطيع رؤيتها فيما لو كان سطح السد مستوراً بمواد غير متماسكة، لذا يمكن وجود مثل هذه التشققات في كثير من السدود دون أن نعرف بها، لكن هنا أنواع من التشققات لا تظهر أبداً على سطح السد وهي التي تشكل موضوع هذه الفقرة مثل :

1- في حالة نواة شاقولية ضيقة قابلة للانضغاط في سد ركامي يمكن أن تحصل الشقوق وسبب ذلك :

\* انضغاط النواة خلال عملية البناء بتأثير من وزن الطبقات الجانبية والعليا التي تضغط أكثر .

\* استناد وزن النواة على الجوانب بالاحتكاك مما يؤدي إلى حدوث التشققات العرضية في النواة [4].

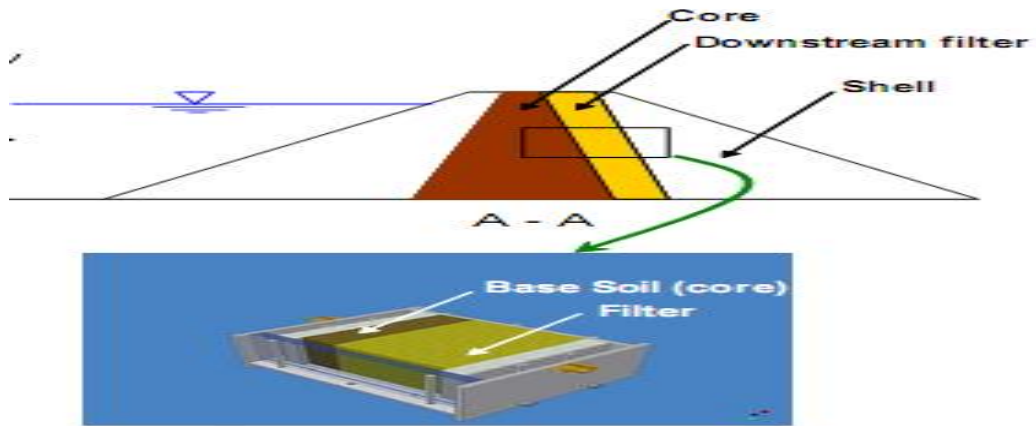
2- عندما يكون قسم الأساسات قابلاً للانضغاط أكثر من غيره تظهر اجهادات شد في جسم السد تؤدي إلى تشققات. وفي جميع الأحوال يجب أن نتذكر أنه لا بد من تخمين بعض أنواع التشققات خاصة التي يكون من الصعب التحري عنها.

وقد نكشف الشقوق الداخلية صدفة عند حفر السبور اليدوية في النواة بعد بناء السد [5].

**الدراسة العملية:**

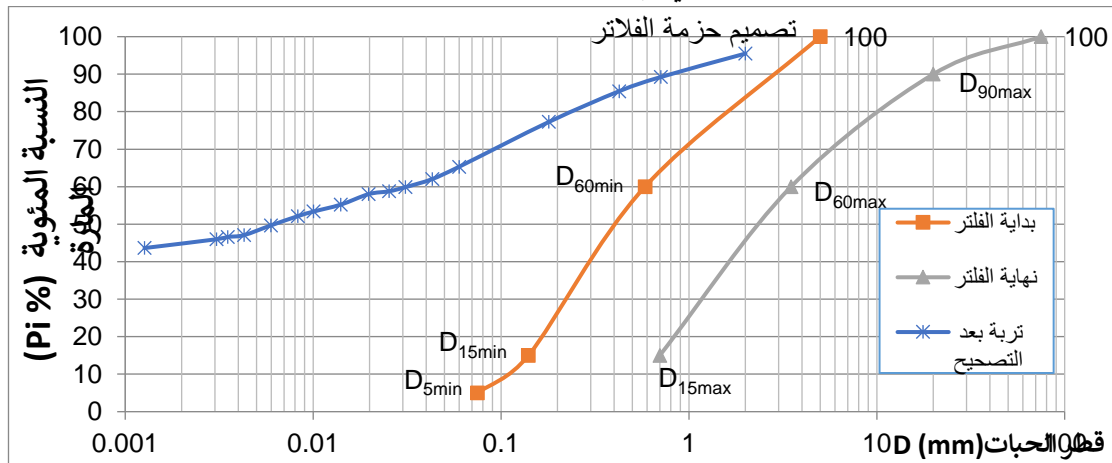
بعد التعرف على أهم أنواع التشققات التي من الممكن أن تحدث ضمن نواة السد الغضارية وأسبابها تم إجراء دراسة مخبرية على نموذج مخبري يتألف من طبقة تربة غضارية بحالة الاشباع تمثل نواة السد الكتيمة بعد امتلاء بحيرة السد تحوي شقاً شاقولياً باتجاه الجريان واخضاعها لجريان ثابت موجه من الأعلى للأسفل وهو كما ذكرنا سابقاً أخطر أنواع التشققات لوجود خطر انجراف التربة الغضارية مع المياه المتسربة و طبقة الفلتر الخلفي للنواة لدراسة ومراقبة كيفية اغلاق هذه الشقوق وايقاف الانجراف والعوامل المؤثرة على ذلك حيث يستدل على حالة عدم الاستقرار عند هجرة وحركة حبات التربة التي تلاحظ بالعين المجردة من خلال خلية النفاذية الشفافة وتؤكد بالتحليل الحبي قبل وبعد الجريان.

يبين الشكل 1 النموذج المخبري المشكل لمراقبة ودراسة التشققات في التربة الغضارية لنواة السد وكيفية اغلاقها.



الشكل رقم (1): تمثيل منطقة التماس بين النواة والفلتر ضمن قالب الاختبار لتشكيل النموذج

تم اختيار مواصفات التربة الغضارية بحيث تحقق مواصفات اللجنة الدولية للسدود ICOLD لنواة السد الكتيمة مع تشكيل شق مسبق فيها على كامل ارتفاعها، وتصميم طبقة الفلتر المناسبة للتربة الغضارية والمحققة لمعايير ترزاكي، ويبين الشكل 2 حزمة الفلاتر المناسبة للتربة الغضارية التي تم اختيارها.



الشكل رقم (2): منحنى التركيب الحبي للتربة الغضارية المدروسة وحزمة الفلاتر المناسبة لها

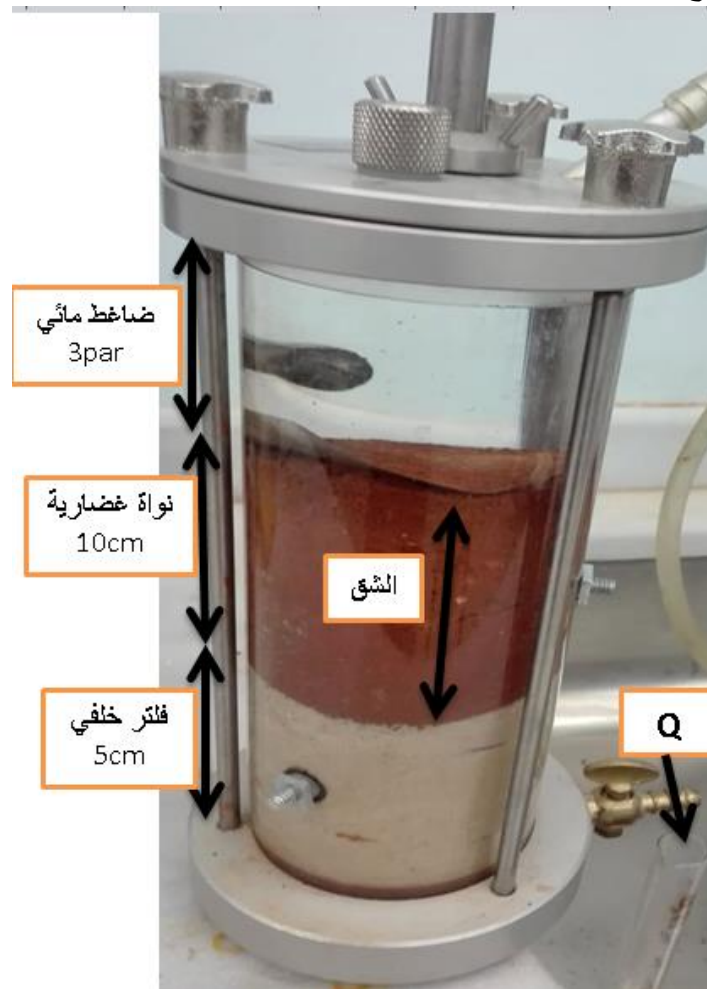
**رص عينات الاختبار**

التربة الغضارية : تم رص التربة الغضارية التي ستمثل نواة السد وفق الكثافة الجافة الأعظمية ( $\gamma_{dmax}=1.59 \text{ gr/cm}^3$ ) ورطوبة مثالية ( $w_{opt}=22\%$ ) ضمن قالب الاختبار بارتفاع 10cm على شكل طبقات افقية سماكة كل طبقة 3 Cm.

تم تشكيل شق على كامل ارتفاع التربة الغضارية بوضوح صفيحة ألومنيوم ملساء أثناء الرص ذات مقطع عرضي (  $1 \times 10$  mm) بين العينة وجدار القالب على كامل ارتفاع التربة ثم سحب الشريحة بهدوء عند انتهاء رص طبقات التربة بحيث يبقى مفتوحاً بسماكة 1mm بعد ازالة الصفيحة.

**الفلتر:** تم رص الفلتر ضمن القالب بسماكة 5cm وفق الكثافة الجافة الأعظمية ورطوبة 6% على 3طبقات. لدراسة الفلتر خلف نواة السد ( Downstream filter ) يتم رص طبقات الفلتر في أسفل القالب وفوقها طبقات التربة الغضارية لتمثيل حالة الفلتر خلف نواة السد.

ويتم وضع قرص مسامي أسفل وأعلى النموذج لتوزيع ضغط الماء على النموذج ومنع خروج وانجراف حبات التربة من النموذج. ومن ثم تم تطبيق ضاغط مائي ثابت على النموذج خلال الاختبار لكل من الفلتر الأمامي والخلفي مقداره 3bar أي ما يعادل ارتفاع ماء 30m حيث أن أغلب السدود الترابية في الجمهورية العربية السورية ارتفاع التخزين فيها حوالي 30m. يبين الشكل 3 نموذج الاختبار للفلتر خلف نواة السد



الشكل رقم (3): تشكيل نموذج الاختبار للفلتر خلف نواة السد

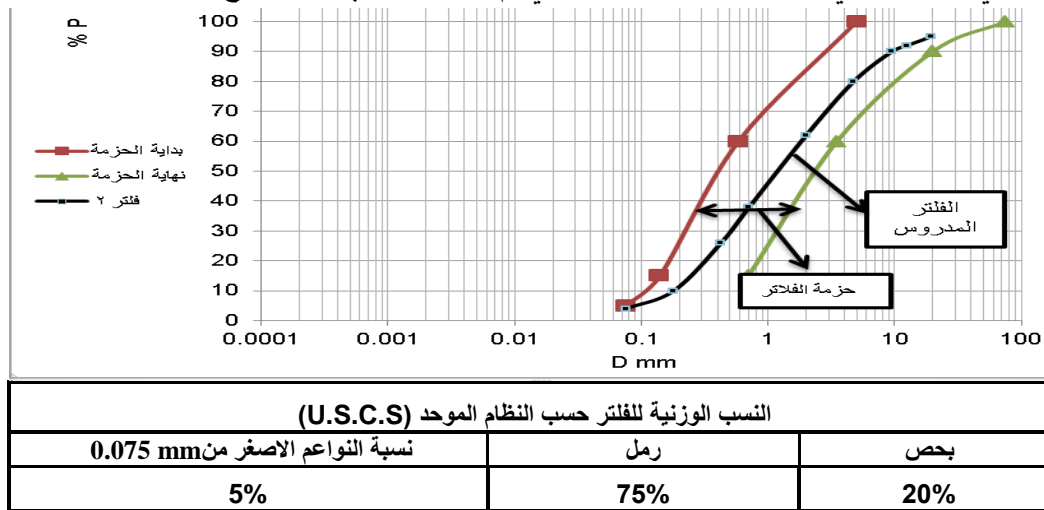
#### 4-النتائج والمناقشة

##### طريقة الاختبار:

بعد تشكيل النموذج (تربة تحوي الشق - فلتر خلفي) الموضح بالخطوة السابقة يتم اشباع العينة 24 ساعة ومن ثم تطبيق ضاغط مائي ثابت على النموذج مقداره 3 par.



وبما أن النفاذية هي المعيار الأساسي لتقييم سلوك مجموعة التربة والفلتر تم تسجيل كمية الماء المتسربة من العينة (النموذج) حتى استقرار الجريان وحساب نسبة التدفق (Q) مع الزمن خلال التجربة. بعد انتهاء التجربة تم وزن التربة الغضارية بعد التجربة ومقارنتها مع الوزن قبل التجربة الذي تم رصه بالقالب لمعرفة نسبة التربة التي تم جرفها أثناء الجريان لتقييم حركة حبات التربة ونسبة انجرافها. وكذلك تم وزن الفلتر بعد التجربة ومقارنته مع الوزن قبل التجربة الذي تم رصه لمعرفة نسبة التربة التي احتفظ بها الفلتر. بعد ذلك تم تجفيف كل من التربة الغضارية والفلتر وإجراء تجربة التحليل الحبي بعد التجربة لكل من التربة والفلتر لمعرفة نسبة النقصان في كل من مكونات التربة والفلتر. تتم معرفة مقدار احتفاظ الفلتر بالتربة الناعمة على أساس وزن النواعم الأصغر حجماً من أصغر حبات الفلتر، ويحدد وزنهم كنسبة من الوزن البدائي للفلتر، إضافة للملاحظات العينية لكمية التربة المنجرفة مع المياه المتسربة وتعتبر هذه النسبة عن نجاح أو فشل في ترشيح هذه الكمية من التربة والاحتفاظ في التربة المحمية. تم اختبار نوعين من الفلاتر مع نفس التربة الغضارية المتشقة ومراقبة طريقة اغلاق الشق الفلتر الأول: عبارة عن بحص سيل مدور أملس مع رمل ناعم. الفلتر الثاني: عبارة عن بحص مقالع مكسر. سيتم اختبار سلوك كل من الفلترين مع التربة المتشقة وتقدير نسبة الاحتفاظ بالتربة واغلاق الشق وإيقاف الحت فيها، الاختلاف بين الاختبارين البحص المستخدم في الفلتر مع تشابه كافة شروط الاختبار الأخرى (منحني التحليل الحبي للفلتر والتربة، الرطوبة، درجة الرص، سماكة التربة والفلتر، أبعاد الشق، الضاغط المائي). تم اختيار منحني التحليل الحبي للفلتر ضمن حزمة الفلتر التي تم تصميمها للتربة كما يوضح الشكل 4.



الشكل رقم (4): منحني التحليل الحبي للفلتر

ويبين الشكل 10 شكل الحبات المستخدمة في كل فلتر.



فلتر بحص مقالع مكسر حبات زاوية

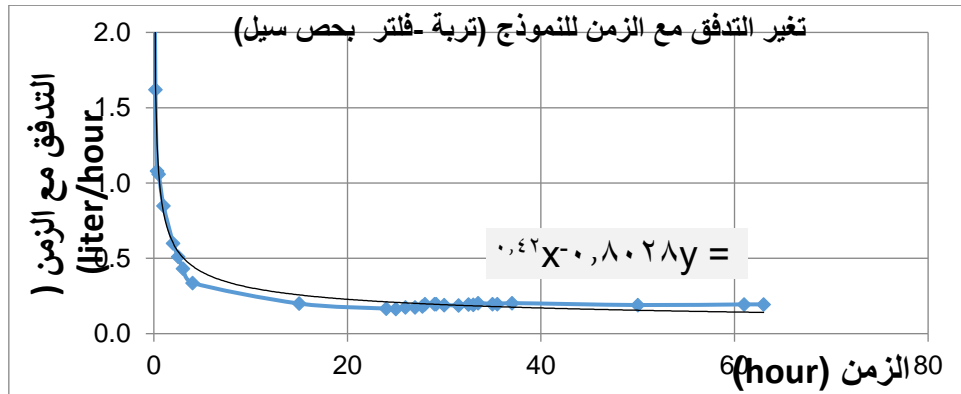
فلتر بحص سيل مدور أملس ورمل ناعم

### الشكل رقم (10): شكل الحبات المستخدمة في كل فلتر

#### الاختبار الأول: استخدام بحص سيل مدور ورمل في الفلتر:

تم تشكيل نموذج الاختبار (تربة - فلتر) بحيث يتكون فلتر من بحص سيل مدور مع رمل ناعم تم تشكيله وفق منحنى التحليل الحبيبي الموضح بالشكل 4 ورضه وفق الشروط المعتمدة للاختبارات (الرطوبة 6% ودرجة الرص حسب الكثافة الجافة الأعظمية)، ومن ثم رص التربة التي تحوي الشق فوق الفلتر في قالب الاختبار وفق الرطوبة المثالية والكثافة الجافة الاعظمية، وبتطبيق ضاغط مائي ثابت (3 par) على العينة المشبعة وقياس كمية المياه المتسربة حتى استقرار الجريان.

تم قياس التدفق مع الزمن من النموذج التربة المتشققه مع بحص السيل بجبات مدورة ملساء كانت كمية التدفق ( 4.2 liter/hour) واستقر بعد زمن 30 ساعة عند قيمة (0.19 liter/hour). كما يبين الشكل 11.



الشكل 11 تغير التدفق مع الزمن للنموذج (تربة - بحص سيل مدور)

#### النسب بعد التجربة للنموذج (تربة - بحص سيل مدور)

لتقدير كمية الانجراف الحاصل في التربة عند استخدام فلتر بجبات بحص مدورة ورمل ناعم تم وزن التربة المستخدمة في النموذج قبل وبعد التجربة، وكذلك وزن الفلتر قبل وبعد التجربة فكانت القيم كما يوضحها الجدول 1.

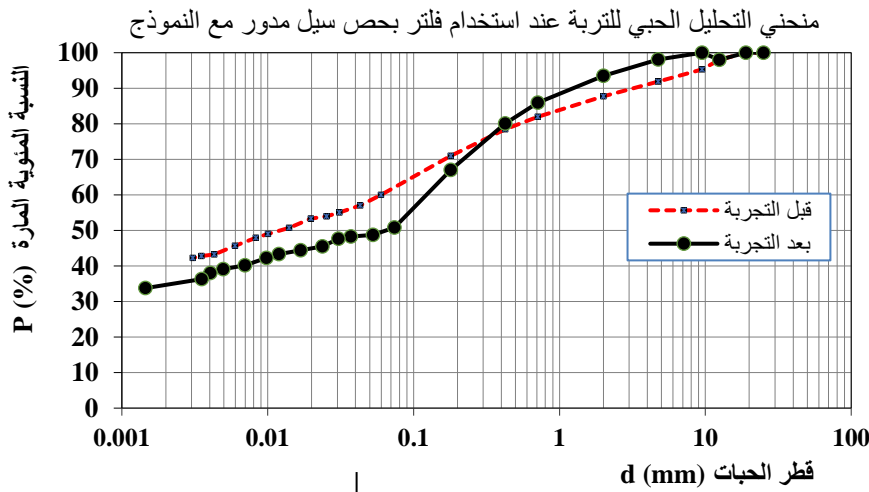
الجدول رقم (1): مقارنة النسب الوزنية للنموذج (تربة مع شق-فلتر بحص سيل)

مقارنة وزن التربة والفلتر بحص سيل قبل وبعد التجربة	
483.4	وزن الفلتر جاف قبل التجربة gr
450.2	وزن الفلتر جاف بعد التجربة gr
33.2	النقصان في وزن الفلتر gr
6.9%	نسبة النقصان في الفلتر %
780	وزن التربة جاف قبل التجربة gr
700	وزن التربة جاف بعد التجربة gr
80	النقصان في وزن التربة gr
10.3	نسبة النقصان في التربة %

نلاحظ من الجدول 1 للنموذج أن نسبة التربة المفقودة حوالي 10 % من وزن التربة الأساسي ونسبة الرمل المفقود من الفلتر حوالي 7 % من وزن الرمل الأساسي المستخدم في الفلتر .

**منحني التحليل الحبي للتربة بعد التجربة:**

بإجراء تجربة التحليل الحبي للتربة الغضارية بعد انتهاء التجربة ومقارنتها مع نسب التربة قبل إجراء التجربة لتقدير قيمة الانجراف الذي حصل في التربة حتى اغلاق الشق عند استخدام بحص بحدات مدورة مع رمل ناعم مع النموذج كان منحني التحليل الحبي للتربة كما هو موضح في الشكل 12.



الشكل رقم (12): منحني التحليل الحبي للتربة قبل وبعد التجربة عند استخدام فلتر بحص سيل مع التربة  
الجدول رقم (2): مقارنة النسب الوزنية للتربة عند استخدام فلتر بحص سيل في النموذج

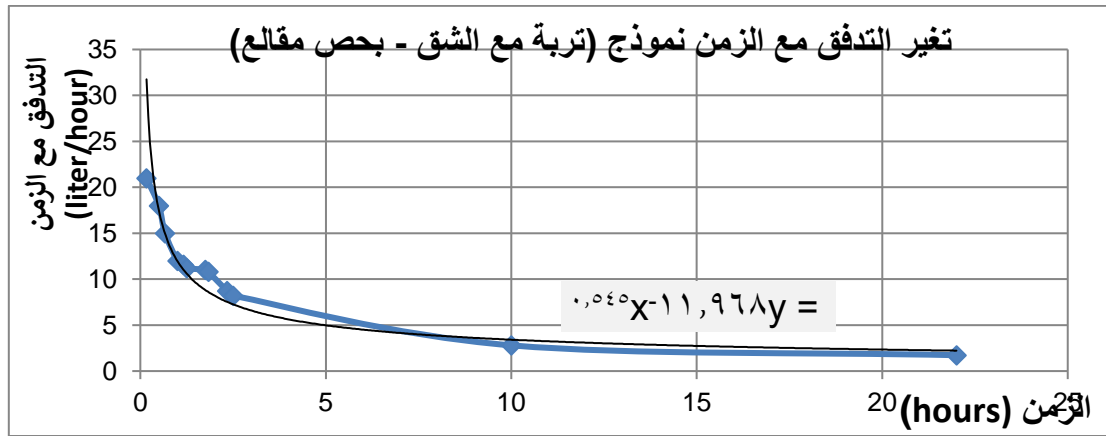
النسب الوزنية للتربة حسب النظام الموحد (U.S.C.S)				
بحص	رمل	سيلت	غضار	
8	28	24	40	قبل التجربة %
6	43	21	35	بعد التجربة %
-2	+15	-3	-5	تغير النسب %

نلاحظ أن انجراف الغضار من حواف الشق عند استخدام بحص سيل مدور ورمل ناعم كان 5%، مع تزايد نسبة الرمل التي عملت على اغلاق الشق وحجز التربة حوالي 15% وبذلك نجح الفلتر بحببات مدورة في اغلاق الشق وايقاف الحت.

**الاختبار الثاني: استخدام بحص مقالع مكسر في الفلتر:**

تم اعادة تشكيل النموذج بنفس شروط الاختبار السابق لكم مع تغيير البحص المستخدم في الفلتر ليصبح بحص مقالع مكسر بنفس منحني التحليل الحبي للفلتر بالاختبار الأول وتشابه باقي الشروط جميعها.

لدراسة تأثير استخدام بحص مكسر بحببات زاوية في الفلتر على دور الفلتر في الاحتفاظ بالتربة المتشقة واغلاق التشققات. وبحساب تغير التدفق مع الزمن من النموذج التربة المتشقة مع بحص مقالع مكسر بحببات بزوايا، كانت كمية التدفق ( 21 liter/hour) واستقر بعد زمن 30 ساعة عند قيمة (1.7liter/hour). كما يبين الشكل 13.



الشكل رقم (13): تغير التدفق مع الزمن للنموذج (تربة - بحص مقالع مكسر)

**النسب بعد التجربة للنموذج (تربة - بحص مقالع مكسر)**

لتقدير كمية الانجراف الحاصل في التربة عند استخدام فلتر بحببات بحص حبات زاوية تم وزن التربة المستخدمة في النموذج قبل وبعد التجربة، وكذلك وزن الفلتر قبل وبعد التجربة فكانت القيم كما يوضحها الجدول 3.

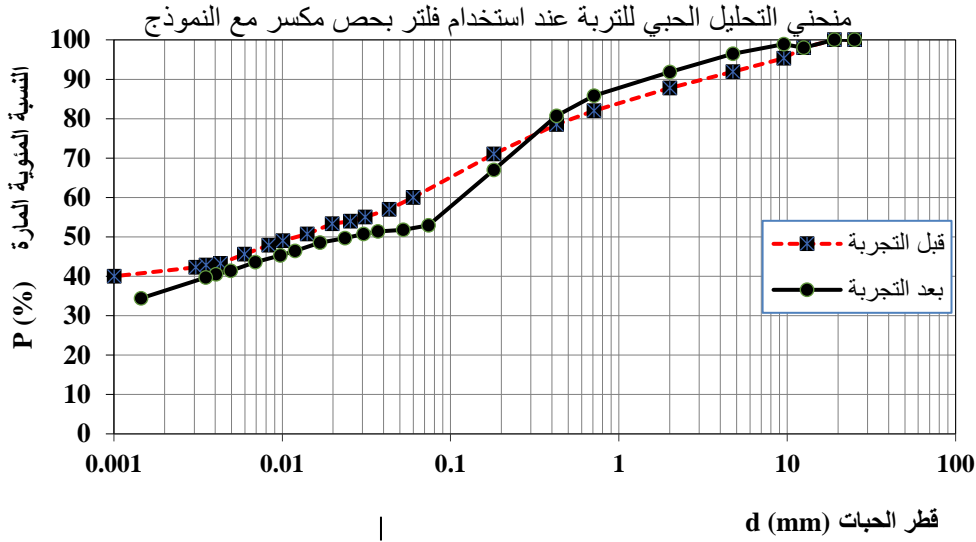
**الجدول رقم (3): مقارنة النسب الوزنية للنموذج (تربة مع شق - فلتر بحص مقالع مكسر)**

مقارنة وزن التربة والفلتر بحص مكسر قبل وبعد التجربة	
475	وزن رمل الفلتر قبل التجربة gr
404.6	وزن رمل الفلتر بعد التجربة gr
70.4	النقصان في وزن رمل الفلتر gr
14.8	نسبة النقصان في رمل الفلتر %
780	وزن التربة قبل التجربة gr
622	وزن التربة بعد التجربة gr
158	النقصان في وزن التربة gr
20.3	نسبة النقصان في التربة %
4.7	وزن التربة في الماء المجمع بعد التجفيف gr

نلاحظ من الجدول 3 للنموذج أن نسبة التربة المفقودة حوالي 20 % من وزن التربة الأساسي ونسبة الرمل المفقود من الفلتر حوالي 15 % من وزن الرمل الأساسي المستخدم في الفلتر وبعد تحفيف المياه المتسربة المجمع تروى 4.7 gr من التربة التي مرت من الفلتر مع المياه المتسربة.

#### منحني التحليل الحبي للتربة بعد التجربة:

بإجراء تجربة التحليل الحبي للتربة الغضارية بعد انتهاء التجربة ومقارنتها مع نسب التربة قبل إجراء التجربة لتقدير قيمة الانجراف الذي حصل في التربة حتى اغلاق الشق عند استخدام بحص بجات زاوية مكسرة مع النموذج كان منحني التحليل الحبي للتربة كما هو موضح في الشكل 14 .



الشكل رقم (10): منحني التحليل الحبي للتربة قبل وبعد التجربة عند استخدام فلتر بحص مكسر مع التربة  
الجدول رقم (4): مقارنة النسب الوزنية للتربة عند استخدام فلتر بحص مكسر في النموذج

النسب الوزنية للتربة حسب النظام الموحد (U.S.C.S)				
غضار d < 0.002 mm	سيلت d = ( 0.002 ~ 0.075) mm	رمل d = ( 0.075 ~ 4.75) mm	بحص d > 4.75 mm	
40	24	28	8	قبل التجربة %
34	18	43	5	بعد التجربة %
-6	-6	+15	-3	تغير النسب %

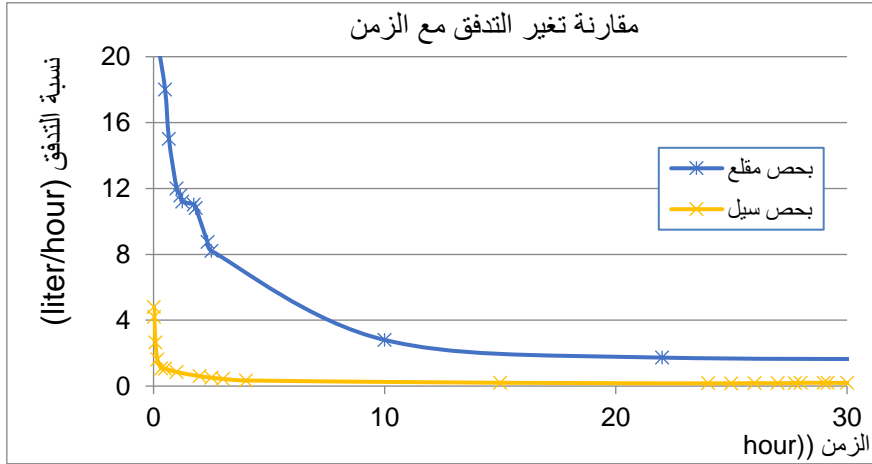
نلاحظ أن انجراف الغضار من حواف الشق عند استخدام بحص مقالع مكسرة حبات زاوية كان حوالي 6%، مع تزايد نسبة الرمل التي عملت على اغلاق الشق وحجز التربة حوالي 15% وبذلك نجح الفلتر بجات زاوية في اغلاق الشق وايقاف الحت.

#### 5-النتائج والتوصيات

بمقارنة استخدام نوعين من البحص في الفلتر النوع الأول بحص سيل مدور بجات ملساء، والنوع الثاني بحص مقالع مكسر بجات زاوية لهما نفس التركيب الحبي والنسب الوزنية وتشابه كافة شروط الاختبار الأخرى للتربة والفلتر مع التربة الغضارية التي تحوي الشق في نموذج الاختبار، لدراسة آلية اغلاق التشققات في النواة الغضارية تم التوصل للنقاط التالية:

**مقارنة تغير التدفق مع الزمن من النموذج:**

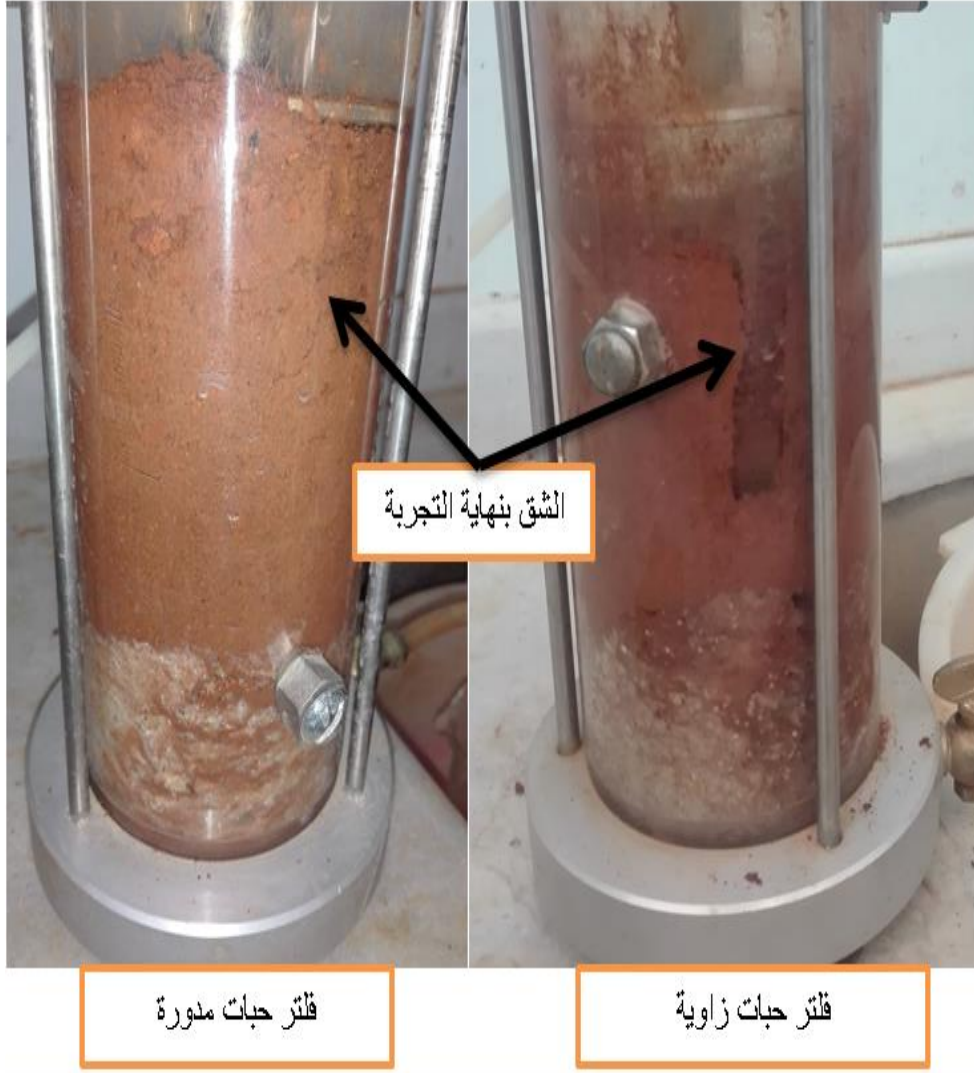
بمقارنة التدفق مع الزمن من النموذج تبين أنه في حال استخدام بحص سيل مدور ورمل ناعم في الفلتر مع التربة المتشقة استقر التسرب عند القيمة (0.19 liter/hour) بعد زمن 30 ساعة، أما في حال استخدام بحص مكسر بجات زاوية في الفلتر مع النموذج استقر التسرب عند القيمة (1.7 liter/hour) بعد زمن 30 hour الشكل 14. إن نسبة استقرار التسرب في حال استخدام بحص مكسر في الفلتر أكبر بـ 9 أضعاف القيمة التي استقر عندها عند استخدام بحص سيل في الفلتر وعند نفس الزمن، وذلك لأن حبات البحص الزاوية تترك فراغ أكبر بينها مما يسمح بحركة وانجراف أكبر للتربة الغضارية.



الشكل رقم(14): مقارنة تغير التدفق للنموذج التربة الغضارية المتشقة مع نوعي الفلاتر المدروسة

**مقارنة الملاحظات العينية:**

بمراقبة النموذج خلال الاختبار في حال استخدام بحص سيل مدور مع الفلتر كانت المياه عكرة قليلاً ببداية التجربة دخلت التربة ضمن الفلتر لكن تم احتجازها بالفلتر بين حباته وقد لوحظت كميات التربة تتجمع داخل الفلتر ولم يلاحظ انجراف تربة مع المياه المتسربة، وتجمعت التربة في أسفل الشق واغلاقه بعد 24 ساعة من زمن التجربة حتى منتصفه تقريباً لذلك بدأت كمية التسرب بالانخفاض ولم يلاحظ أي انجراف أو زيادة في توسع الشق المحدث في عينة التربة. أما في حال استخدام بحص مكسر مع الفلتر في النموذج لوحظ انجراف للغضار مع المياه المتسربة، لم يستطع الفلتر حجزها لأن الحبات الزاوية تترك فراغات كبيرة بينها عند رصها، لذلك فالانجراف المستمر للتربة من حواف الشق أدى لتوسع الشق، مما جعل التدفق في حال استخدام هذا الفلتر كبير. كما لوحظ كمية من رمل وبحص الفلتر تحرك مع المياه المتسربة لكن لم يحصل انهيار للنموذج وعند تجفيف المياه المتجمعة بعد التجربة ترسب 5 gr من التربة مرت من فلتر البحص المكسر لم يستطع حجزها . يبين الشكل 15 النموذج في نهاية التجربة عند استخدام فلتر بحص مكسر وعند استخدام فلتر بحص مدور مع رمل مع التربة المتشقة.



الشكل رقم (15) النموذج في نهاية التجربة عند استخدام فلتر بحص مكسر وفلتر بحص مدور ورمل مع التربة المتشقة

يبين الجدول 5 نتائج اختبار كل من نموذجي الفلاتر مع التربة الغضارية المتشقة

الجدول رقم (5) : مقارنة نتائج تأثير شكل حبات الفلتر على اغلاق التشققات

ملاحظات	النقصان في نسب التربة الغضارية %	التحليل الحبي للتربة بعد التجربة %	الاستقرار		وزن التربة المنجرفة		الرمل المجروف من الفلتر		D <sub>15f</sub> /D <sub>85b</sub>	النموذج
			T hours	Q l/hour	%	وزن gr	%	وزن gr		
K=9.24*10 <sup>-7</sup> cm/sec بدون شق K=2.7*10 <sup>-4</sup> cm/sec مع شق		غضار 40 سلت 24 رمل 28 بحص 8	-	-	-	-	-	-	-	التربة الغضارية
مياه عكرة قليلاً لمدة 24 ساعة وصافية عند 30 ساعة K <sub>s+f</sub> =6.8*10 <sup>-5</sup> cm/sec	-5 -3 +15 -2	غضار 35 سلت 21 رمل 43 بحص 6	30	0.19	10	80	7	33	0.9	تربة- فلتر بحص سيل
مياه عكرة جدا انجراف للتربة ترسب 5gr تربة مع المياه المترسبة K <sub>s+f</sub> =1.2*10 <sup>-4</sup> cm/sec	-6 -6 +15 -3	غضار 34 سلت 18 رمل 43 بحص 5	30	1.7	20	158	15	70	0.9	تربة- فلتر بحص مكسر

**النتيجة:**

إن حبات بحص المقالع المكسرة بحبات زاوية تترك فراغات بين الحبات عند رصها وبالتالي نسبة فراغاتها ونفاذيتها أكبر مما يجعل امكانية حت وانجراف الغضار من خلالها عند استخدامها كفلتر خلفي للنواة المتشقة أكبر بمرتين ونصف فيما لو استخدم نفس الفلتر بحبات مدورة ملساء.

إن استخدام بحص سيل مدور في الفلتر كان أفضل في الحفاظ على التربة مقارنة مع بحص المقالع المكسرة لأن نسبة الفراغات في بحص السيل أقل لذلك عند تصميم الفلتر ببحص مقالع مكسر يجب الأخذ بعين الاعتبار نسبة الفراغ بين حبات الفلتر اضافة إلى التكلفة الاقتصادية لتكسيه وطحنه.

**6-المراجع**

[1]- American Society for Testing and Materials (ASTM). (2000). "**Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils**", Annual Book of ASTM Standards, D4318-00.



- [2]– Arulanandan, K. and Perry, E. B. (1983). "**Erosion in Relation to Filter Design Criteria in Earth Dams**", Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, Vol. 109, No. 5, 682698.
- [3]– Ashok K. Raut, 2006, "**Mathematical modelling of granular filters and constriction–based filter design criteria**",University of Wollongong ftesis Collection.
- [4]– ASTM International, "**Standard Test Method for Minimum Index Density and Unit Weight of Soils and Calculation of Relative Density**",|| Annual Book of ASTM Standards, D4254–00. 2000.
- [5]– Bertram, G.E. (1940). "**An Experimental Investigation of Protective Filters**" Harvard Pub. No. 267, Vol. 6.
- [6]– Das Neves, E. M. (1989). "**Analysis of Crack Erosion in Dam Cores: The Crack Erosion Test.**" De Mello Volume: a tribute to Prof. Dr. Victor F.B. de Mello, Sao Paulo, Brazil, 284298.
- [7]– rulanandan, K., Loganathan, P. and Krone, R. B. (1975). "**Pore and Eroding Fluid Influences on Surface Erosion of Soil**", Journal of Geotechnical Engineering Division, ASCE, Vol. 101, No. 1, 5166.
- [8]– U.S. Department of the Interior (1980) 3rd Ed. "**Earth Manual**" 2<sup>nd</sup>Ed.
- [9]– Farrar, J.A. R.L. Torres, and Z. Erdogon,( 2007),"**Bureau of Reclamation Erosion Testing for Evaluation of Piping and Internal Erosion of Dams**",|| Geotechnics of Soil Erosion, GSP 167, Proceedings of Geo–Denver.
- [10]– Foster, M. and Fell, R. (2001) "**Assessing Embankment Dam Filters that Do Not Satisfy Design Criteria**", Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, Vol. 127, No. 5, 398407
- [11]– Terzaghi, K. (1922). Der Grundguch an Stauwerken und seine Verhütung, "**The failure of dams by piping and its prevention**", Die Wasserkraft, Vol. 17, 445449 , 445 – 449
- [12]– Leonards, G. A., Huang, A. B., and Ramos, J. (1991) "**Piping and Erosion Tests at Conner Run Dam.**" Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, Vol. 117, No. 1, 108117.
- [13]–Locke, M. & Indraratna, B., and Adikari, G. (2000) "Erosion and Filtration of Cohesive Soils." **Filters and Drainage in Geotechnical and Environmental Engineering** (ISBN: 90 5809 146 5) / GeoFilters 2000, 175182 , 175 – 182.
- [14]– . Shearad, J. L., Cluff, L. S. and Allen, C. R. (1974), Design of Dams–, 128–129 "**Potentially Active Faults in Dam Foundations**" **Geotechnique**, 24(3), 367–428.

## تقييم أداء استخدام المضخمات الضوئية في أنظمة الاتصالات الليزرية LCS

د.م. محمد نجيب صلاحو\*

(الإبداع: 6 كانون الثاني 2021 ، القبول: 7 آذار 2021)

### الملخص:

جرى في البحث تقييم أداء استخدام المضخمات الضوئية لمختلف المراحل في أنظمة الاتصالات الليزرية LCS في حالات الرطوبة الخفيفة والرطوبة العالية للوصول إلى عملية استقبال ناجحة. إن استخدام المضخمات الضوئية أدى إلى تحسين أداء منظومة الاتصالات الليزرية والمتجسدة في عملية استرجاع الإشارة بشكل جيد، إداه سيكون معدل خطأ الخانة أصغرياً، وحددت المسافة المثلى بين المرسل والمستقبل. وصيف مدى الحاجة إلى استخدام المضخمات الضوئية في كل من المرسل، والمستقبل، لضمان الأداء الأفضل لمنظومة الاتصالات الليزرية بأقل عدد من المضخمات ما يترتب عليه تقليل الكلفة المادية والتعقيد في بنية المنظومة.

**الكلمات المفتاحية:** أنظمة الاتصالات الليزرية (LCS)، المضخمات الضوئية (OA).

---

\* الأستاذ المساعد في قسم هندسة الاتصالات، كلية الهندسة الكهربائية والإلكترونية ، جامعة حلب.

## Evaluating the performance of optical amplifiers in LCS system

Mohamed Najib Salaho\*

(Received: 6 January 2021 , Accepted: 7 March 2021)

### Abstract:

In this research, the performance of the use of optical amplifiers for various stages in laser communication systems (LCS) was evaluated in cases of light humidity and high humidity to achieve a successful reception process.

The use of optical amplifiers has improved the performance of the laser communication system, which is related to good signal retrieval, where the bit error rate will be minimum, In addition, the optimal distance between the transmitter and the receiver has been determined.

The need to use optical amplifiers in both the transmitter and the receiver was described to ensure the best performance of the laser communication system with the lowest number of amplifiers, thereby reducing the physical cost and complexity of the system structure.

**Keywords:** laser communication system (LCS) ,Optical amplifiers

---

\* Telecommunication engineering, Faculty of electrical and electronic engineering, University of Aleppo

**1- مقدمة:**

اكتسبت أنظمة الاتصالات الليزرية (laser communication system) LCS أهمية كبيرة نظراً لمزاياها العديدة التي تتمتع بها، حيث أن سرعة إرسال المعلومات كبير جداً كون الحامل هو الموجة الكهرومغناطيسية الضوئية، ومتاحة بشكل مجاني حيث لا داعي لحجز الترددات، إلا أنها تعاني العديد من المشاكل والناجمة عن الظروف المناخية ومن أهم هذه العوامل الرطوبة والدخان والأمطار والثلوج [1,2].

برزت العديد من الأبحاث حول منظومة الاتصالات الليزرية LCS من أجل تحسين أدائها من خلال التغلب على العوامل الجوية التي تسبب تضعيف الشعاع الليزري، كما تم إجراء محاكاة لمنظومة الاتصالات الليزرية وذلك عند ظروف المطر المختلفة والغبار [3]. كما أجريت دراسة من أجل تصميم نظام اتصال ليزري بأكثر من مرسل وأكثر من مستقبل عند ظروف جوية مختلفة [4].

تم دراسة تأثير الظروف المناخية على أداء منظومة الاتصالات الليزرية من أجل قيم توهين مختلفة، حيث تم التركيز على إيجاد طول موجة الإرسال الأفضل [5].

**2- هدف البحث وأهميته:**

يهدف البحث الى دراسة تقييم أداء استخدام المضخمات الضوئية في أنظمة الاتصالات الليزرية LCS وذلك في حالات الرطوبة الخفيفة والرطوبة العالية، حيث تمكننا هذه الدراسة من توصيف الحالات التالي:

(1) حالة الاستغناء عن وجود مضخم ضوئي في قسم الإرسال.

(2) حالة التي يتوجب فيها استخدام مضخم ضوئي في قسم الإرسال.

(3) حالة التي يتوجب فيها استخدام مضخم ضوئي في قسم الإرسال والاستقبال معاً.

وذلك من أجل الحصول على قيمة BER جيدة، حيث تم تحديد الحالات وتوصيفها اعتماداً على أن تكون الإشارة المستقبلية جيدة. تمكن أهمية البحث في تحديد مدى الحاجة للمضخمات الضوئية بحيث نضمن جودة الوصلة الليزرية من جهة واستخدام أقل عدد من المضخمات من جهة أخرى بدون الحاجة لاستخدام مضخمات إضافية زائدة والتي تسبب تعقيد في النظام وزيادة الكلفة المادية. تم إجراء المحاكاة باستخدام محاكي ضوئي الـ Optisystem إضافة إلى استخدام برنامج الـ .MATLAB.

**3- توصيف البحث:**

تم في هذا البحث تصميم وصلة ليزرية لاسلكية WLCS، حيث تم اختيار مرسل ليزري بطول موجه 1550 nm، ومن ثم تم تعديل الشعاع الليزري بمعدل خارجي (ماك زيندر) علماً أنه تم توليد معلومات رقمية من النوع NRZ، وبمعدل إرسال ثابت. تنتقل المعلومات إلى طرف الاستقبال عبر الفراغ الحر، حيث يتم استقبالها من خلال مستقبل ضوئي. تم إجراء محاكاة للوصلة الليزرية عند حالة الرطوبة الخفيفة والرطوبة العالية وذلك في حالة وجود مضخمات ضوئية وعدمه من أجل ضمان نجاح عملية الإرسال بأخفض قيم لمعدل خطأ الخانة BER لإشارة المعلومات الرقمية والذي يعطى بالعلاقة (1) [6].

$$BER = \frac{\operatorname{erfc}\left(\frac{Q}{\sqrt{2}}\right)}{2} \quad (1)$$

Q: عامل الجودة.

## 4- أنظمة الاتصالات الليزرية اللاسلكي WLCS :

يتألف نظام الاتصالات الليزرية اللاسلكية من مرسل ومستقبل إشارة كهروضوئية ضوئية، حيث يستخدم المرسل لإرسال المعلومات الرقمية وذلك من خلال تعديل الإشعاع الليزري بمعدل داخلي أو خارجي. إن أحد التحديات التي تواجه أنظمة WLCS والذي يحدث فيها ضياع في الإشارة وفشل عملية الاتصال هو التضعيف الجوي الناجم عن الامتصاص والتبعثر حيث ترتبط بالظروف المحلية المناخية والمسافة بين المرسل والمستقبل. ويعطى التضعيف الجوي بقانون Beer والتي تمثل العلاقة بين استطاعة الإشارة المرسل واستطاعة الإشارة المستقبلية في وجود التخماد الجوي [7].

$$\tau = P_L = P_0 \cdot \exp(-\alpha \cdot L) \quad (2)$$

$P_L$ : استطاعة الليزر عند المسافة L

$P_0$ : استطاعة الليزر عند المنبع

$\alpha$ : معامل التخماد الجوي.

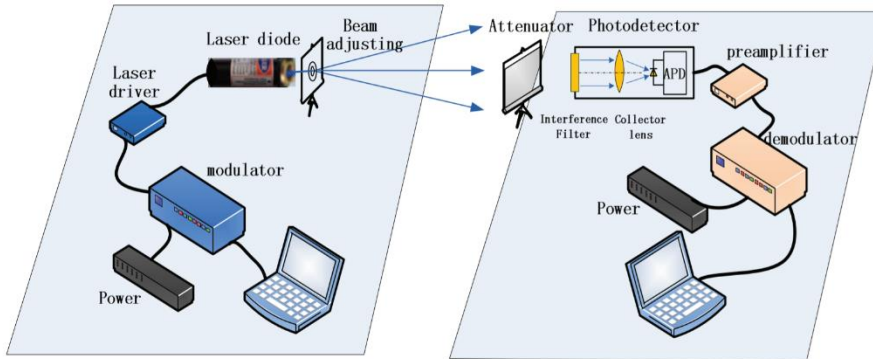
حيث يتم حساب معامل التخماد الجوي من خلال نموذج كيم وذلك وفقاً للعلاقة:

$$\alpha = \frac{3.91}{V} \cdot \left( \frac{550nm}{\lambda} \right)^{-q} \quad (3)$$

$\lambda$ : طول الموجة.

V: الوضوحية.

q: توزيع جزيئات التبعثر.

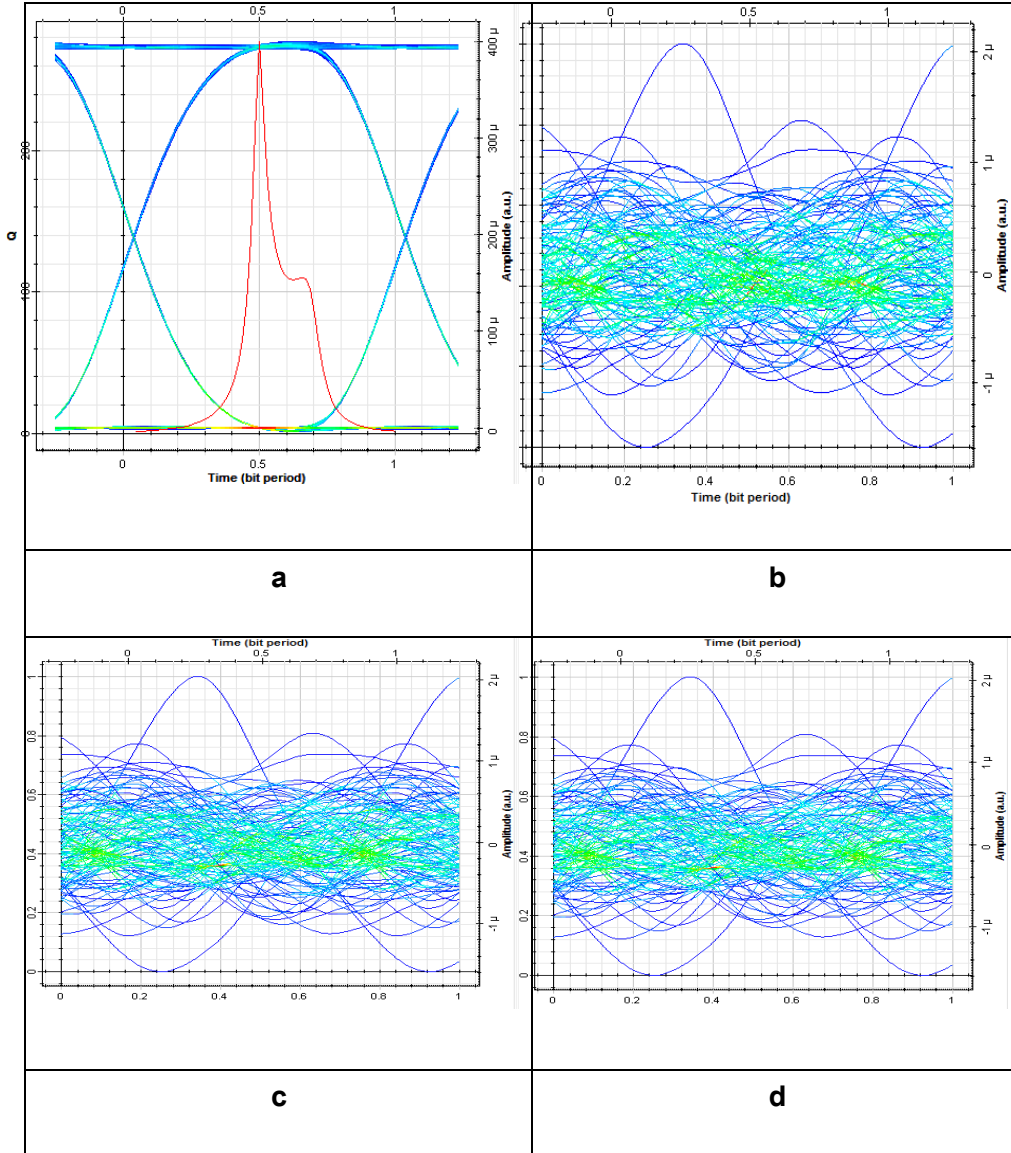


الشكل رقم (1): نظام اتصالات اللاسلكية الليزرية

تمتاز المضخمات الضوئية بأهمية كبيرة في أنظمة الاتصالات الليزرية ، لأنها تقوم بتعويض الضياع الحاصل للإشارة الضوئية، وتعد مضخمات EDFA ومضخمات رامان أهم أنواع المضخمات الضوئية وأكثرها انتشاراً. تمتاز مضخمات EDFA بأنها أكثر فاعلية من استخدام المكررات الضوئية الالكترونية (E/O/E) التي تكون معقدة التركيب وغير دقيقة بما يكفي إضافة الى أنها ذات تكلفة عالية [8,9].

## 5-الوصلة الليزرية بدون استخدام المضخمات الضوئية :

تم دراسة أثر الـ Visibility في حالة الرطوبة الخفيفة  $Visibility = 1000\text{ m}$  و حالة الرطوبة العالي  $Visibility = 770\text{ m}$  بدون وجود مضخمات ضوئية. تم بعد ذلك رسم مخطط العين من أجل أطوال مختلفة من الوصلة الليزرية. حيث تظهر النتائج الموضحة في الشكل (2) أثر المسافة ما بين المرسل والمستقبل في حالة الرطوبة المنخفضة على أداء نظام الاتصالات الليزرية اللاسلكية WLCS.

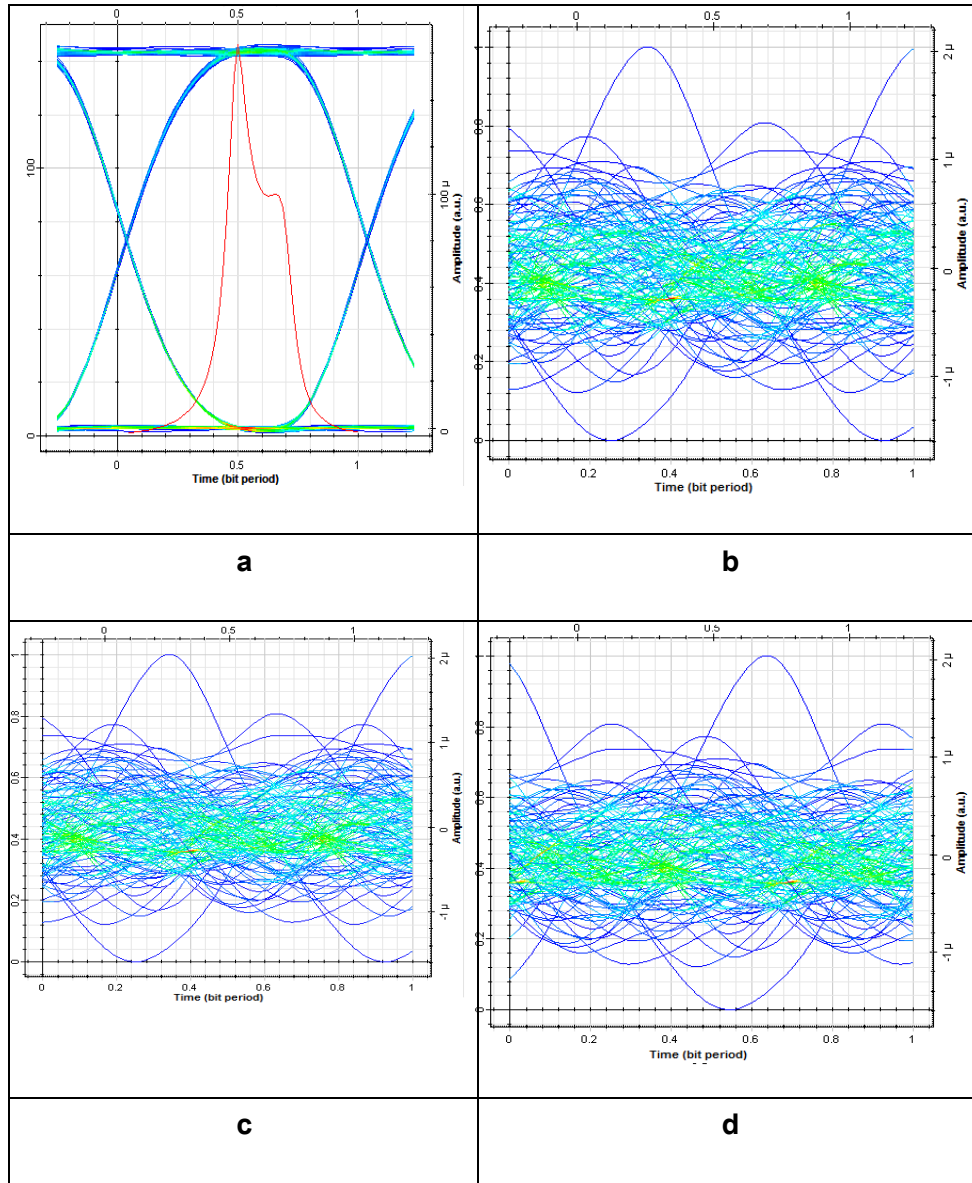


الشكل رقم (2): Eye diagram لحالة الرطوبة المنخفضة دون استخدام مضخمات ضوئية.

a.المسافة بين المرسل والمستقبل 500 متر b.المسافة بين المرسل والمستقبل 3000 متر

c.المسافة بين المرسل والمستقبل 6500 متر d.المسافة بين المرسل والمستقبل 10000 متر

نلاحظ من الشكل (2) أن فتحة العين تصغر بزيادة المسافة بين المرسل والمستقبل. وبشكل مماثل تم إجراء المحاكاة بدون وجود مضخمات ضوئية وذلك عند حالة الرطوبة العالية كما هو موضح في الشكل (3).

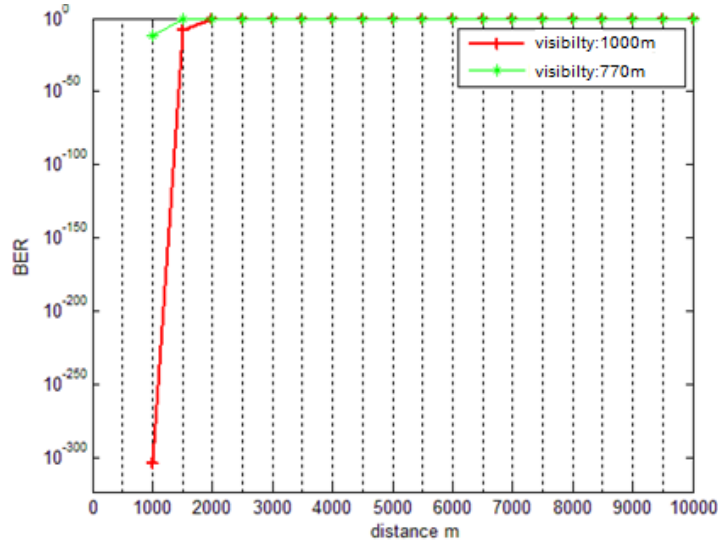


الشكل رقم (3) Eye diagram لحالة رطوبة العالية دون استخدام مضخات ضوئية.

a. المسافة بين المرسل والمستقبل 500 متر b. المسافة بين المرسل والمستقبل 3000 متر

c. المسافة بين المرسل والمستقبل 6500 متر d. المسافة بين المرسل والمستقبل 10000 متر

نلاحظ من الشكل (3) أن فتحة الـ Eye diagram تصغر بزيادة المسافة وينقصان الـ Visibility. تم بعد ذلك دراسة تأثير المسافة على BER دون استخدام مضخات ضوئية وذلك في حالة الرطوبة الخفيفة وحالة الرطوبة العالية كما هو موضح في الشكل (4).



الشكل رقم (4): أثر المسافة على BER وذلك في حالة الرطوبة الخفيفة وحالة الرطوبة العالية دون استخدام مضخمات ضوئية.

نلاحظ من الشكل (4) أن قيمة BER ترتفع بزيادة المسافة وينقصان الـ Visibility فعند حالة الرطوبة الخفيفة Visibility=1000 m تكون قيمة معدل خطأ العينة ( $BER=6.9838e-009$ ) وذلك من أجل المسافة 1500 متر في حين يكون قيمة ( $BER=1$ ) من أجل 2000 متر.

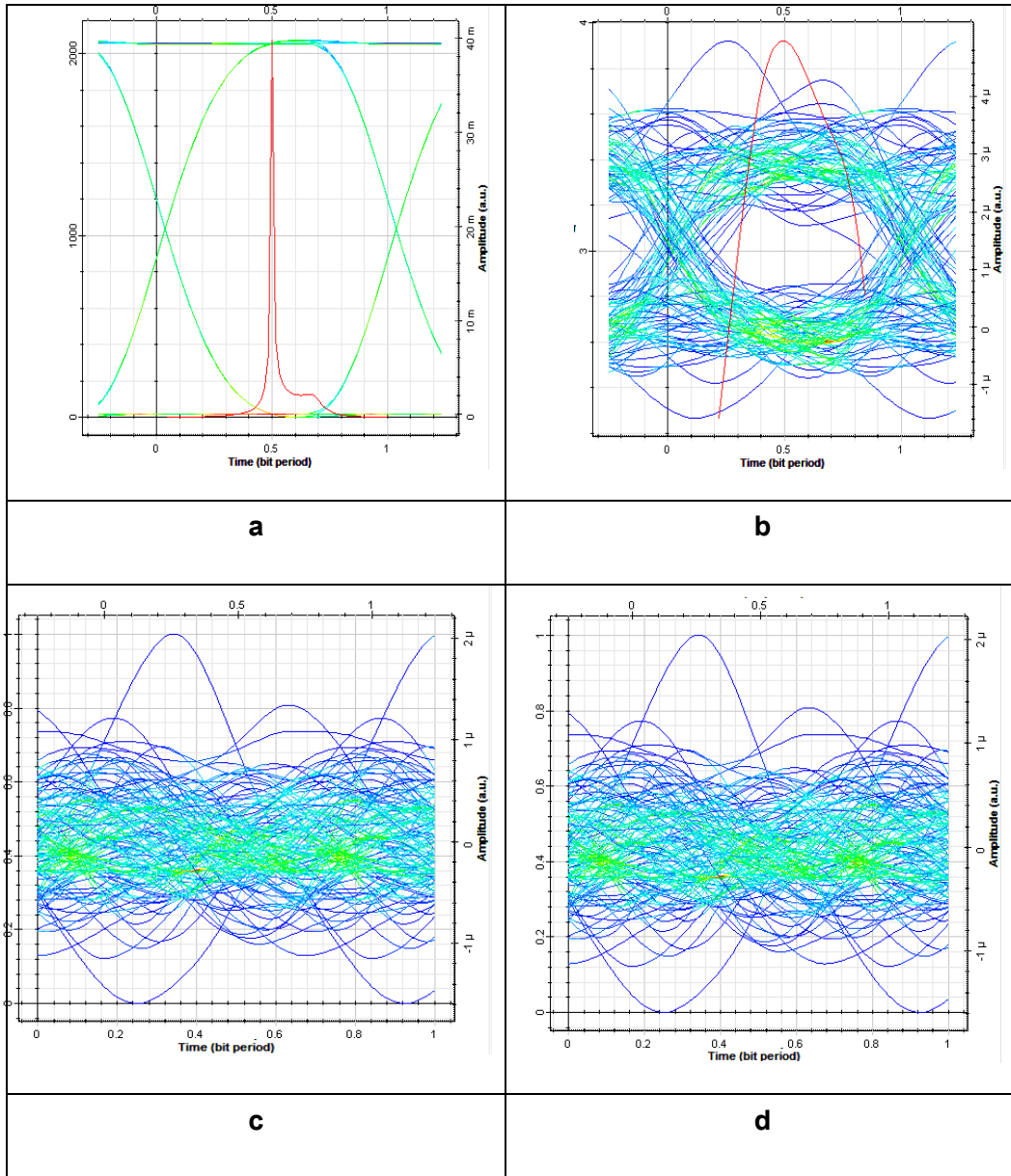
أما عند حالة الرطوبة العالية Visibility=770 m تكون قيمة معدل خطأ الخانة ( $BER=2.63413e-012$ ) وذلك من أجل المسافة 1000 متر في حين يكون قيمة ( $BER=1$ ) من أجل 1500 متر.

6-الوصلة الضوئية بوجود المضخمات الضوئية:

6-1-وجود مضخم ضوئي في الارسال:

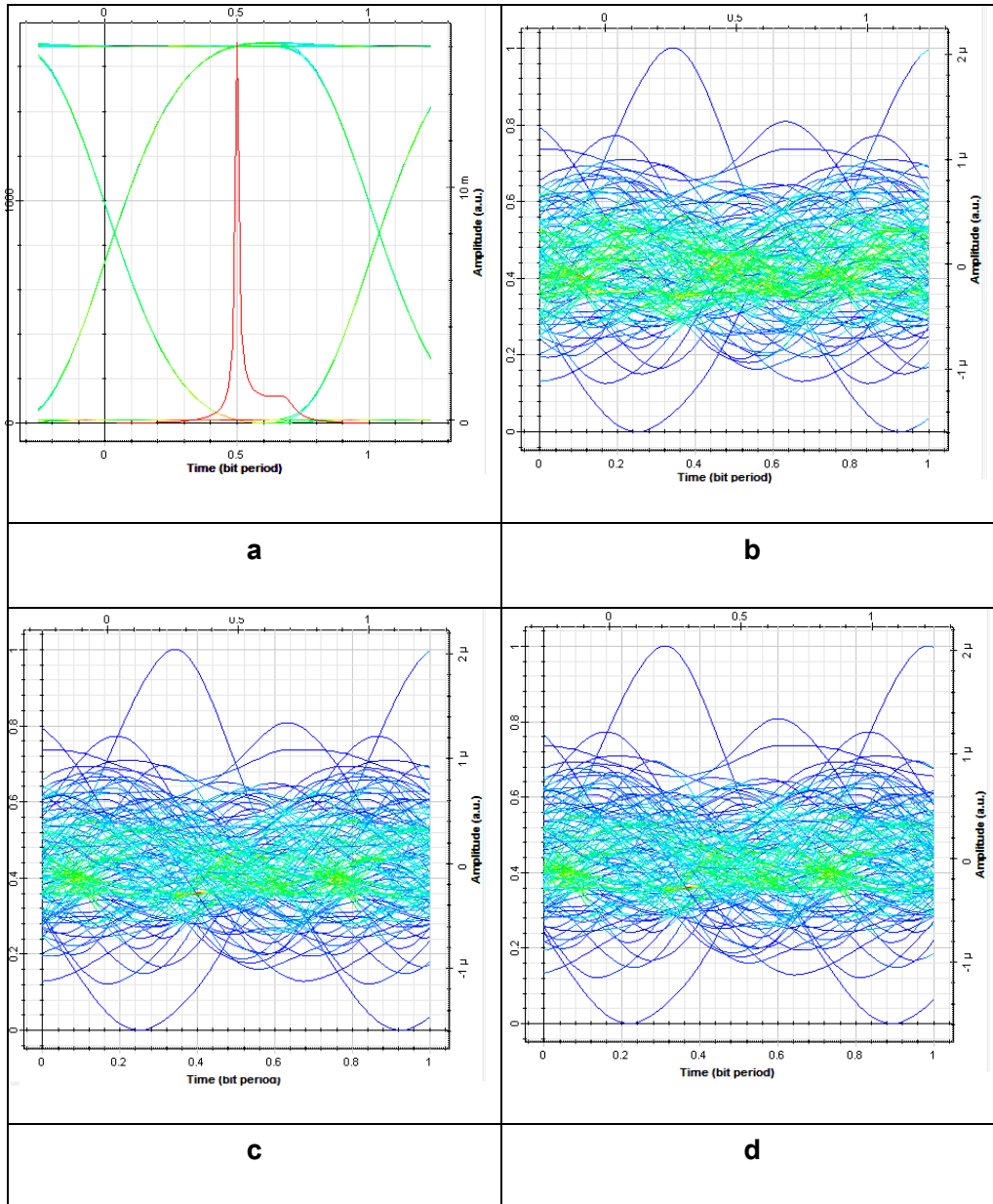
تم دراسة تأثير قيم الـ Visibility في حالة الرطوبة الخفيفة وحالة الرطوبة العالية كما هو موضح في الشكل (5).





الشكل رقم (5): Eye diagram في حالة الرطوبة المنخفضة باستخدام مضخمات ضوئية.

a. المسافة بين المرسل والمستقبل 500 متر b. المسافة بين المرسل والمستقبل 3000 متر  
c. المسافة بين المرسل والمستقبل 6500 متر d. المسافة بين المرسل والمستقبل 10000 متر  
نلاحظ من الشكل (5) أنه وبعد استخدام مضخم ضوئي في قسم الإرسال أصبح الـ Eye diagram أفضل من أجل حالة الرطوبة المنخفضة وذلك عند المسافات (500 و 3000) متر، أما عند المسافات (6500 و 10000) متر لم يشهد الـ Eye diagram أي تحسن ملحوظ.



الشكل رقم (6): Eye diagram في حالة رطوبة العالية باستخدام مضخمات ضوئية

a. المسافة بين المرسل والمستقبل 500 متر b. المسافة بين المرسل والمستقبل 3000 متر

c. المسافة بين المرسل والمستقبل 6500 متر d. المسافة بين المرسل والمستقبل 10000 متر

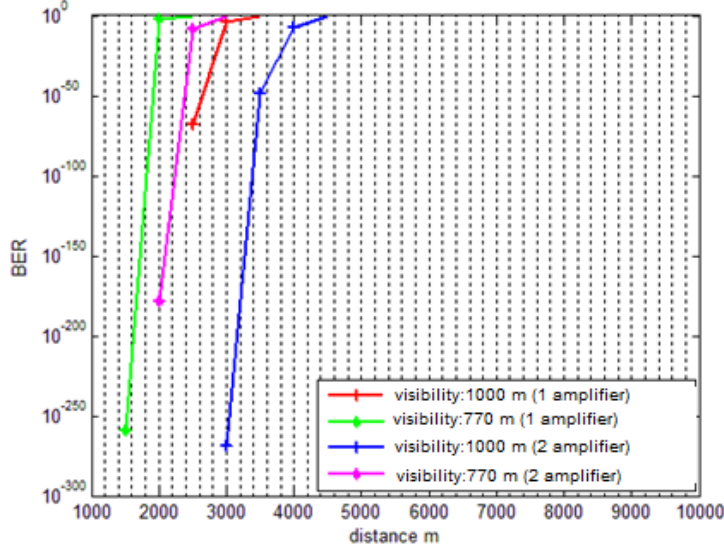
نلاحظ من الشكل (6) أنه و بعد استخدام مضخم ضوئي في قسم الإرسال أصبح الـ Eye diagram أفضل من أجل حالة الرطوبة العالية وذلك عند المسافة

(500) متر، أما عند المسافات (6500 و 3000 و 10000) متر لم يشهد الـ

Eye diagram أي تحسن ملحوظ.

## 6-1-2- حالة وجود مضخم ضوئي في طرف الإرسال و الاستقبال معاً :

تم دراسة العلاقة بين المسافة ومعدل خطأ الخانة في حالات الرطوبة الخفيفة والعالية وذلك عند استخدام مضخم ضوئي في قسم الإرسال فقط واستخدام مضخم ضوئي في الإرسال والاستقبال كما هو موضح في الشكل (7).



الشكل رقم (7): أثر المسافة على BER بوجود مضخم واحد في الإرسال

## وحالة وجود مضخمين (مضخم في الإرسال ومضخم في الاستقبال)

يوضح الشكل (7) أن قيمة BER انخفضت بوجود مضخمات ضوئية، حيث نلاحظ أنه في حالة وجود مضخم في قسم الإرسال فقط وعند حالة الرطوبة الخفيفة أصبحت قيمة (BER=0) وذلك من أجل المسافة 1500 متر و 2000 متر في حين أصبحت قيمة (BER=9.60044e-69) وذلك من أجل المسافة 2500 متر.

أما عند وجود مضخم في الإرسال ومضخم في الاستقبال فنلاحظ أنه وعند حالة الرطوبة الخفيفة أصبحت قيمة (BER=0) وذلك من أجل المسافة 1500 متر و 2000 متر و 2500 متر في حين أصبحت قيمة (BER=2.06723e-49) وذلك من أجل المسافة 3500 متر.

أما في حالة الرطوبة العالية وفي حالة وجود مضخم في قسم الإرسال فقط أصبحت قيمة (BER=0) وذلك من أجل المسافة 1000 متر في حين أصبحت قيمة (BER=1.06854e-259) من أجل 1500 متر.

أما عند وجود مضخم في الإرسال ومضخم في الاستقبال فنلاحظ أن قيمة معدل خطأ الخامة أصبحت (BER=0) وذلك من أجل المسافة 1000 متر و 1500 متر في حين أصبحت قيمة (BER=5.00798e-009) وذلك من أجل المسافة 2500 متر.

## 7-النتائج والاستنتاجات:

من النتائج السابقة نجد أن قيمة BER ترتفع بزيادة المسافة وبنقصان الـ visibility في حين أنه وعند استخدام المضخمات الضوئية انخفضت قيم BER، وبناء عليه نستطيع تحديد الحاجة الى وجود مضخمات ضوئية أو عدمه كما يلي:

- بدون استخدام المضخات الضوئية:
- في حالة الرطوبة الخفيفة فإنه يمكن استقبال الإشارة الضوئية بشكل جيد عند المسافات التي هي أصغر من 1500 متر.
- في حالة الرطوبة العالية فإنه يمكن استقبال الإشارة الضوئية بشكل جيد عند المسافات التي هي أصغر من 1000 متر.
- باستخدام مضخم ضوئي في قسم الإرسال فقط:
- في حالة الرطوبة الخفيفة فإنه يمكن استقبال الإشارة الضوئية بشكل جيد عند المسافات التي هي أصغر من 2500 متر.
- في حالة الرطوبة العالية فإنه يمكن استقبال الإشارة الضوئية بشكل جيد عند المسافات التي هي أصغر من 1500 متر.
- باستخدام مضخم ضوئي في قسم الإرسال ومضخم في قسم الاستقبال:
- في حالة الرطوبة الخفيفة فإنه يمكن استقبال الإشارة الضوئية بشكل جيد عند المسافات التي هي أصغر من 3500 متر.
- في حالة الرطوبة العالية فإنه يمكن استقبال الإشارة الضوئية بشكل جيد عند المسافات التي هي أصغر من 2500 متر.

## REFERNCE

- [1] M. Khalighi and M. Uysal.,2014– **Survey on free space optical communication:A communication theory perspective**, IEEE Commun. Surveys Tuts.
- [2] I. I Kim, B. McArthur, and E. J. Korevaar., 2001–**Comparison of laser beam propagation at 785 nm and 1550 nm in fog and haze for optical wireless communications** .
- [3] H. A. Fadhil, A. Amphawan, H. A. B. Shamsuddin, T. H. Abd, H. M. R. Al-Khafaji, S. Aljunid, et al., 2013– **Optimization of free space optics parameters: an optimum solution for bad weather conditions**, Optik – International Journal for Light and Electron Optics
- [4] Govardhani.Immadi, M. Venkata Narayana, A.Sree Madhuri,V.L. Tejaswani Sabbasani.,2017– **Simulation of Free Space optical Communication Under Different Weather Conditions**, International Journal of Pure and Applied Mathematics
- [5] Shaina, Amit Gupta., 2016–**Comparative Analysis of Free Space Optical Communication System for Various Optical Transmission Windows under Adverse Weather Conditions**, Procedia Computer Science.

[6] Joshua L.Y. Chieng, Irda Hassan.,2016 – **Optical Wirless Communication System.** Journal of Engineering Science and Technology.

[7]N. A. Mohammed, A. S. El-Wakeel, and M. H. Aly., 2014–**Performance evaluation of FSO link under NRZ–RZ line codes, different weather conditions and receiver types in the presence of pointing errors**, Open Electrical & Electronic Engineering Journal.

[8] T. Okoshi ., 1990–**Exact Noise–Figure Formulas for Optical Amplifiers and Amplifier–Fiber Cascaded Chains**, IEEE/OSA Topical Meeting on Optical Ampfiers and their Applications, Monterrey, PDP11.

[9] M. Karimi and M. Nasiri–Kenari.,2011– **Free space optical communications via optical amplify–and–forward relaying**, Journal Lightwave Technology.

موازنة الخصائص الهندسية والوظيفية (السماكة ومتانة التماسك ومعدل التآكل)  
لطبقة الحماية الكاثودية المرسبة كهروكيميائياً

د. باسم عمار\*\*

د. حسان حامد\*

(الإيداع: 25 كانون الأول 2020 ، القبول: 10 آذار 2021)

الملخص:

تساعد طرائق تصميم التجارب في تحليل البيانات بطريقة فعالة وبعده أقل من التجارب. اعتمد البحث طريقة جينيتشي تاغوتشي (G, Taguchi) لدراسة ترسيب مجموعة من الطبقات الثنائية (Zn-Ni)، بتأثير أربع عوامل (الزمن P، درجة الحرارة T، كثافة تيار الترسيب I، تركيز أملاح كلوريد النيكل N) ودراسة التغيرات في سماكة الطبقة، ومتانة التماسك بين الطبقة والمعدن الأساس، ومقاومة التآكل الكهروكيميائي متمثلاً بمعدل التآكل السنوي. وذلك باستخدام المصفوفة المتعامدة OA: L<sub>18</sub> (2<sup>1</sup> × 3<sup>3</sup>) وتحليل الرتبة (Rank) ونسبة الإشارة إلى الضجيج (SNR) في بيئة (Minitab-18). دلت النتائج أن الزيادة المفرطة في السماكة تقلل من متانة التماسك ومقاومة التآكل، كما يمكن بلوغ معدلات تآكل متدنية ومتانة تماسك جيدة عند قيم محددة لعوامل الترسيب، وانتهت الدراسة إلى تحديد سطح الاستجابة للسماكة مع متانة التماسك ومعدل التآكل السنوي.

الكلمات المفتاحية: الطبقة الثنائية (زنك-نيكل)، المصفوفة المتعامدة، نسبة الإشارة إلى الضجيج، منهجية سطح الاستجابة، متانة التماسك، معدل التآكل الكهروكيميائي.

\* دكتور مهندس - أستاذ مساعد - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة البعث.

\*\* دكتور مهندس - قسم القياسات وضبط الجودة - المعهد التقني للهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة دمشق.

## Balancing the Engineering and Functional Properties (Thickness, Cohesion, and Corrosion Rate) of the Electrochemically Deposited Cathodic Protection Layer

\* Dr. Hassan HAMED

\*\*Dr. Basem AMMAR

(Received: 25 November 2021 , Accepted: 10 March 2021)

### Abstract:

Design of experiment (DOE) help in analyzing data in an efficient manner with fewer trials. The research adopted the method of Genichi Taguchi (G, Taguchi) to study the deposition of a group of binary layers (Zn–Ni), with the influence of four factors (time **P**, temperature **T**, corrosion current density **I**, concentration of nickel chloride salts **N**) The study of the changes in layer thickness, and the cohesion strength between the layer and the substrate, and the resistance to electrochemical corrosion is represented by the annual rate of corrosion (CR). By using the orthogonal array OA: L18 ( $2^1 \times 3^3$ ) and by analyzing the rank and the Signal to Noise Ratio (SNR) in the (Minitab–18). The results indicated that the excessive increase in thickness had a decrease of the cohesion strength and the corrosion resistance, as it was possible to achieve low corrosion rates and good cohesion strength at specific values of the deposition factors, and the study ended with determining the response surface of thickness with the cohesion strength and the corrosion rate.

**Key words:** (Zn–Ni) Binary layer, Orthogonal Array (OA), Signal to Noise Ratio (SNR), Pull-off Adhesion (Cohesion), Response Surface Methodology (RSM), Electrochemical Corrosion Rate (ECR).

---

\*Dr: Assistant Professor, Department of Metals Engineering, Mechanical and Electrical Engineering Faculty, AL–BAATH University.

\*\*Dr: Department of Metrology and Quality Control, Technical Institute of Mechanical and Electrical Engineering, Damascus University.

## مقدمة:

بدأت المحاولات الجادة لعمليات الطلاء الكهروكيميائي كواحدة من أهم تقنيات هندسة السطوح مطلع الثلث الثاني من القرن الماضي، وهو فنٌ حديث ارتبط ظهوره بتأسيس فرع الكيمياء الكهربائية القائم على تحليل النتائج الفيزيائية للفاعلات الكيميائية. تتم عمليات الطلاء بترسيب طبقة (أو عدة طبقات) معدنية أو عضوية بغرض تأمين الحماية من التآكل أو تحسين المظهر أو تقليل مُعامل الاحتكاك أو تحسين الموصلية الكهربائية والحرارية أو تحضير السطح المعدني لتنفيذ عمليات معالجة لاحقة أو إعادة بناء السطح المهترئ والمتآكل نتيجة الخدمة.

يمكن بهذه العمليات طلاء المواد المعدنية أو العضوية أو غير العضوية (السيراميكية)، كطلاء المواد البلاستيكية بطبقة معدنية لإضفاء المظهر المعدني، أو طلاء العدسات الزجاجية بطبقات مضافة للانعكاس، إلى جانب استعمال الطلاء في صناعة الالكترونيات لتغطية رقائق أنصاف النواقل (Semiconductor Chips) ولوحات الدارات المطبوعة (Printed Circuit Boards). وفي جميع الحالات، يجب أن يكون سطح الركيزة مُعداً ونظيفاً لضمان التصاق وتماسك طبقة الطلاء به. [1,2]

كما يمكن تصنيف تقنيات الطلاء بالآتي:

1. الطلاء بالترسيب في المحاليل **Deposition in the Solution**.

2. الطلاء بالانتشار والتطعيم الأيوني Diffusion and Ion Implantation.

3. الطلاء التحويلي Conversion Coating.

4. الطلاء بترسيب البخار Vapor Deposition Coating.

5. الطلاء العضوي Organic Coating.

6. الطلاء السيراميكي Ceramic Coating.

يختص الصنف الأول (الترسيب في المحاليل) بالعمليات التي تجري في المحاليل الكهليلية، أو المعادن المصهورة، أو أي وسط سائل يكون مصدراً لأيونات العناصر المعدنية المُشكلة لطبقة الطلاء. ويضم هذا الصنف كلاً من التقانات الآتية:

1. الطلاء الكهروكيميائي Electroplating.

2. الطلاء اللاكهربائي Electroless Plating.

3. التشكيل الكهروكيميائي Electroforming.

4. الغمر الحار Hot Dipping [3].

تتميز تقانة الطلاء الكهروكيميائي بكونها تقانة منخفضة الطاقة (Low Energy) لأن حدوث التفاعلات الكيميائية اللازمة لتشرد المحلول وتأمين هجرة الشوارد المعدنية الموجبة وانتقالها إلى سطح المعدن الأساس، يتطلب مستويات متدنية نسبياً من الطاقة الكهربائية. تعتمد هذه التقانة مبدأ الترسيب المهبطي (الكاثودي) لطبقة معدنية رقيقة على مادة أخرى (معدنية أو غير معدنية)، تحت تأثير تيار كهربائي مستمر أو نبضي في محلول كهليلي. وتحدث عملية الترسيب، نتيجة لهجرة الأيونات المعدنية (موجبة الشحنة) المتشردة من المحلول الكهليلي، وانتقالها تحت تأثير حقل كهربائي مُتولد بين قطبين مغمورين في المحلول، إلى سطح ناقلٍ موصولٍ مع القطب السالب لمنع التيار الخارجي. [4]

وتخضع هذه العملية، كغيرها من عمليات التحليل الكهربائي (Electrolysis)، إلى قوانين فاراداي (Michael Faraday- 1883). ونتيجة لتكثف خطوط الحقل الكهربائي على المهبط (الكاثود) عند الحواف والنتوءات والزوايا. فمن الصعب إجراء الطلاء دون حدوث تراكم موضعي لأيونات المترسبة، مما يؤدي إلى تشكيل طبقات متفاوتة السماكة. ومن جهة أخرى فإن



نجاح عملية الطلاء يقتضي ترسيب طبقة مستمرة متجانسة السماكة ما أمكن وشديدة التماسك مع المعدن الأساس مع الأخذ بالحسبان تحسين (أو الحفاظ على) الخصائص الوظيفية كمقاومة التآكل. تتميز سبائك طبقات الطلاء المشكّلة من الزنك (Zn) مع عناصر المجموعة الثالثة في الجدول الدوري للعناصر الكيميائية (Group VIII B)، بمقاومة التآكل، وعلى وجه التحديد فإن ما تُبديه الطبقة الثنائية (Zinc-Nickel Binary Layer) من الخصائص الميكانيكية الجيدة كاللدونة وقابلية اللحام ومقاومة التآكل المتميزة التي تفوق مقاومة تآكل الزنك النقي بأكثر من ستة أضعاف تجعلها طبقة حماية استثنائية. [5] وقد أُنجزت خلال العقود الأربعة الماضية العديد من الأبحاث والدراسات حول طبقة الطلاء (Zn-Ni) في أدبيات هندسة السطوح ومقاومة التآكل، في حين لم تحظ هذه التقنية (Electroplating) باهتمام الباحثين في دراسة استجابة الخصائص الميكانيكية والهندسية والوظيفية لمتغيرات عملية الترسيب باعتماد طرائق تصميم التجارب (DOE). ومن جهة أخرى فإن لبعض التطبيقات الهندسية متطلبات محددة، ففي مجال صناعة السيارات يُطلب أن تكون سماكة طبقة الطلاء في المُنبتات (Fasteners) بحدود (10-12 µm)، كما يُطلب أن تكون سماكة طبقة الطلاء التي تعلق طبقة الفوسفات بغرض الوقاية الأساسية من التآكل في هيكل السيارة (E-Coat: 17-25 µm). [6,7]

ومن المعروف في الأدبيات أن بارامترات عملية الطلاء (الزمن وكثافة تيار الترسيب ودرجة الحرارة وغيرها) تؤثر في خصائص الطبقة (السماكة والتماسك ومقاومة التآكل وغيرها)، إلا أن الإشكالية تكمن في تحديد المستويات المناسبة لبارامترات العملية للحصول على أعلى تماسك وأقل معدل تآكل ممكنين لسماكات مفروضة. يهدف البحث إلى تحديد سطح الاستجابة (RSM) لسماكة و تماسك ومقاومة تآكل الطبقة الثنائية (Zn-Ni) تبعاً لشروط الترسيب (تركيز أملاح كلوريد النيكل N وكثافة تيار الترسيب I ودرجة الحرارة T وزمن العملية P) باعتماد المصفوفة المتعامدة ( $2^1 \times 3^3$  OA, L18) ونسبة الإشارة إلى الضجيج (SNR) بالتصميم بطريقة تاغوتشي (DTM).

#### 1. مصطلحات البحث:

**DOE:** Design of Experiment تصميم التجارب

**DTM:** Design of Taguchi Method التصميم بطريقة تاغوتشي

**SNR:** Signal to Noise Ratio نسبة الإشارة إلى الضجيج

**LTB:** Larger the Better الأكبر هو الأفضل

**STB:** Smaller the Better الأصغر هو الأفضل

**OA:** Orthogonal Array المصفوفة المتعامدة

**RSM:** Response Surface Methodology منهجية سطح الاستجابة

**Pull-off:** Pull-off Adhesion test اختبار التماسك بالنزع

**PPT:** Potentiodynamic Polarization Test اختبار الاستقطاب الديناميكي للكمون

**CR:** Corrosion Rate معدل التآكل

**P:** Period زمن عملية الترسيب

**T:** Temperature درجة حرارة المحلول الكهرليتي

**I:** Corrosion Current Density كثافة تيار الترسيب

**N:** Concentration of Nickel Chloride salt تركيز أملاح كلوريد النيكل

## 2. أساسيات التصميم والتحليل في نهج تاغوتشي:

## 1.2. المصفوفة المتعامدة (OA):

قام الدكتور جينيتشي تاغوتشي (G. Taguchi) بتطوير المصفوفات المتعامدة التي ابتكرها الإحصائي فيشر (Fisher) في بداية التسعينات لتكون هذه المصفوفات متعامدة ومتوازنة (OA: Orthogonal Array) أي متعادلة في دراسة كل مستوى من مستويات البارامترات (يجب عدم إلغاء أي مستوى كما يجب تساوي عدد مَرَات دراسة المستوى المُختار مع كل بارامتر) ومن ثَمَّ هذه المصفوفات تخفيض عدد التجارب دون التأثير على دقة النتائج. واعتمد تاغوتشي في ترميز مصفوفة التجارب الحرف (L) متبوعاً برقم يدل على عدد التجارب (Run) المطلوب تنفيذها، فمصفوفة التجارب  $OA: L18 (2^1 \times 3^3)$  تعني أن للمصفوفة المتعامدة 18 سطرًا بعدد التجارب المطلوب تنفيذها، وتحتوي المصفوفة على أربع أعمدة دالة على عدد المتغيرات المدروسة وهي: بارامتر واحد فقط بمستويين  $2^1$ ، وثلاث بارامترات لكل منها ثلاث مستويات  $3^3$ .

## 2.2. تحليل الرتبة (Rank):

يعتمد تحليل تاغوتشي على مفهوم الرتبة، في تصنيف المتغيرات (العوامل) حسب أهميتها تنازلياً، أي أن العامل ذو الرتبة الأولى (1) هو العامل الأكثر أهمية وتأثيراً في الاستجابة. وتحدد رتبة كل عامل في المصفوفة اعتماداً على قيمة (Delta) المُتمثلة للفرق بين متوسطات الاستجابة عند أعلى وأدنى مستوى لكل عامل. [8]

## 3.2. تحليل نسبة الإشارة إلى الضجيج (SNR):

بعد حساب نسبة الإشارة إلى الضجيج، يمكن تحديد المستويات المثلى للبارامترات لبلوغ أفضل استجابة (أكبر تماسك، وأقل مُعدّل تآكل) وذلك باعتماد المستويات ذات أعلى نسبة إشارة إلى الضجيج لكل عامل. ويتعلق حساب النسبة (SNR) بطبيعة الخاصية المدروسة وحدود الاستجابة المرغوبة، وتأخذ عدة صيغ تتبع لطبيعة الهدف ومن هذه الصيغ:

أن تكون الاستجابة المرغوبة أصغر ما يمكن المعادلة (1): [9-11]

$$\text{Smaller The Better (STB): } SNR = -10 \log \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right] \quad (1)$$

أو أن تكون المرغوبة أكبر ما يمكن المعادلة (2):

$$\text{Larger The Better (LTB): } SNR = -10 \log \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right] \quad (2)$$

$y_i$ : القيمة المُقاسة (الاستجابة المدروسة)،  $n$ : عدد الأسطر في المصفوفة المتعامدة

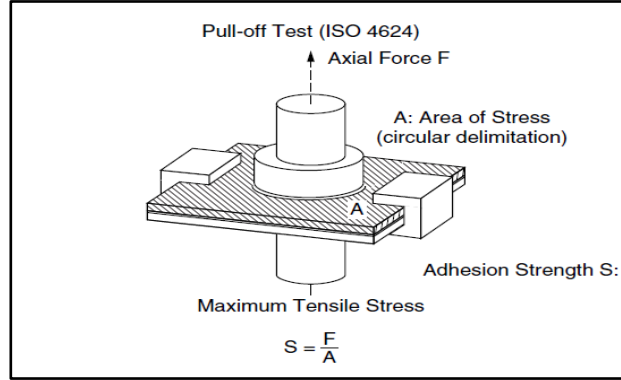
## 3. تماسك طبقات الطلاء ومعدلات تآكلها:

## 1.3. اختبار التماسك:

تعدّ عملية تقييم التصاق طبقات الطلاء وتماسكها أمراً صعباً نسبياً، وتستخدم في عمليات التقييم مجموعة واسعة من طرائق الاختبار، تنوّف على (300) طريقة من بينها اختبارات المساواة. [12-13]

وتتميز هذه الطرائق بين المتدنيّة التكاليف والباهظة، وبين الكميّة والنوعيّة، وبين البسيطة والدقيقة المُعدّة، وغيرها. وفيما يخصّ طبقات الطلاء المعدنيّ، يمكن تصنيف اختبارات التماسك في ثلاث مجموعات؛ تتبّع طبيعة الاستجابة، مُتمثلةً بوحدة قياس متغير الخرج المُعَيَّر عن مؤشر تقييم التماسك:

1. طريقة القوة (Force method):
  2. طريقة الطاقة (Energy method):
  3. طريقة الإجهاد (Stress method):
- ففي طريقة الإجهاد تكون القوة المؤثرة في وحدة السطوح، ووحدتها ( $N/m^2$ ) هي الكمية المقاسة فعلاً، ومثالها اختبار النزاع (Pull-off Adhesion). التي يتم تطبيقها وفقاً للمواصفة (ISO 4624) والمبيّنة في الشكل (1). [14-16]



الشكل رقم (1): مبدأ اختبار التماسك بالنزاع

عرض (Y.F. Jiang, et-all) نتائج بحثهم حول ترسيب طبقة (Zn-Ni) في حمّام كبريتي، بطريقة الترسيب النبضي (Pulse Potential). بيّنت النتائج تأثير كثافة التيار وتردد النبضات وزمن العملية. في سماكة الطبقة وتماسكها وقساوتها الميكروية ومقاومتها للتآكل، وبلغت قيمة تماسك الطبقات (Bonding Strength = 14.8 MPa)، باستخدام لاصق متانته (60 MPa). [17]

### 2.3. اختبار التآكل بالاستقطاب الديناميكي للكمون (PP):

تَعَمَدُ معظم التجارب الكهروكيميائية الحديثة مبدأ التّحكم بقيمة جهد القطب المغمور في محلول الكهرليت أثناء قياس التيار الناتج عن العملية الكهروكيميائية. ويتطلب إجراء أي تجربة كهروكيميائية توفر ثلاثة أقطاب، القطب الأول هو قطب التشغيل الذي يجب أن يحافظ على جهد ثابت خلال العملية الكهروكيميائية، كما يجب أن يؤمن سهولة في هجرة الإلكترونات من وإلى الكهرليت. القطب الثاني هو القطب المساعد الذي يجب أن يحقق حالة توازن إلكتروني عند تعرض قطب التشغيل لخسارة أو كسب في الإلكترونات أثناء سير العملية. والقطب الثالث يدعى بالقطب المرجع والذي يكون موجباً بالنسبة للقطبين السابقين، ويقوم بدور المرجع في عملية القياس والتحكم بجهد قطب التشغيل، مع الإشارة إلى أنه لا يمر في أية لحظة تيار كهربائي بين المرجع وقطب التشغيل. يعمل القطب المساعد على إمرار كل التيار الضروري لإحداث التوازن على قطب التشغيل. تشكّل الأقطاب المذكورة نظاماً حديثاً يدعى نظام الأقطاب الثلاثة والمبيّن في خلية الاختبار المبيّنة في الشكل (1)، والمتّصلة مع جهاز تحديد سرعة التآكل الإلكتروني الذي يعتمد طريقة تقييم التآكل الكهروكيميائية وذلك برسم منحنيات تافل (Tafel Curves) وتحديد كثافة تيار التآكل ثم حساب معدّل التآكل (CR) بوحدة  $[\mu m/year]$ .

### 4. الأدوات والتجهيزات:

#### 1.4. قياس سماكة الطبقة:

استُخدمَ جهاز قياسِ تَخانةِ طبقاتِ الطلاءِ بالأموح الكهروكيميائية (Mini Test 2100) كما أُجريت عملية المعايرة قبل البدء بقراءة قيم السماكة. وتمت المعايرة باستخدام العينة العيارية (القياسية) المرفقة مع الجهاز، وذلك بعد اختيار المجس (الحساس) المخصّص للطبقات المعدنية (Metallic Coating Probe).

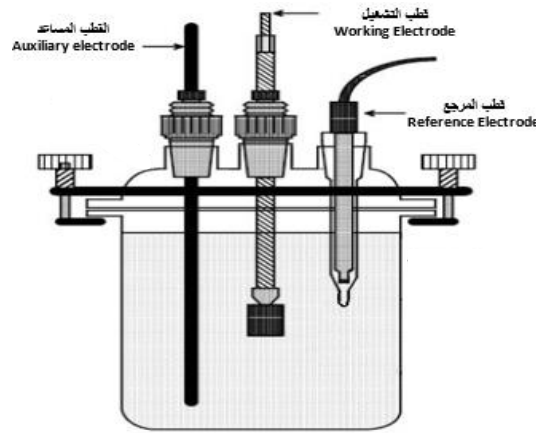
2.4. اختبار الاستقطاب الديناميكي للكمون:

استُخدمَ جهاز اختبار التآكل الكهروكيميائي ثلاثي المساري بالاستقطاب الديناميكي للكمون (Potentiodynamic Polarization) لتحديد معدلات التآكل الكهروكيميائي في طبقات الطلاء بمعدل مسح للكمون (5 mV/S) لمساحة مساحته (1 Cm<sup>2</sup>) من العينة المختبرة في (0.01 [M] H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

- المسرى المساعد (AE: Auxiliary Electrode): مسرى الفضة (Ag/AgCl).

- المسرى المرجعي (RE: Reference Electrode): مسرى البلاتين (Pt).

- مسرى التشغيل (WE: Working Electrode): طبقة الطلاء (Zn-Ni) لكل عينة من العينات المطلوبة.



الشكل رقم (2): خلية اختبار الاستقطاب الديناميكي للكمون

3.4. اختبار متانة التماسك بالترع:

اعتمدت المواصفة (ISO: 4624) في اختبار التماسك، لتحديد قيمة الإجهاد اللازم لانفصال طبقة الطلاء؛ التي يجري تنفيذها مع قطعة من الفولاذ تُدعى بالنزع (Dolly)، ولهذا الأخير؛ تصاميم متنوعة وأقطار مختلفة. وقد نصت المواصفة على ضرورة استخدام لاصق مناسب من مركبات الإيبوكسي المضاعف، واستخدم في هذه الدراسة لاصق من مركبات الإيبوكسي (MEGABOND- 2 Epoxy Component - Germany) متانته تحت تأثير أحمال الشد (30 MPa). ومن التصاميم المتاحة لنزع العينات (Dolly)؛ التصميم أسطواني المقطع (3.14 cm<sup>2</sup>) أي يُقَطَّر (2 cm).<sup>[18]</sup>

5. مناقشة النتائج:

جرى تصميم العوامل وتوزيع المستويات في المصفوفة المتعامدة (L<sub>18</sub>, 2<sup>1</sup> × 3<sup>3</sup>) في بيئة (Minitab-18).

يبين الجدول (1) توزيع المستويات مع نتائج اختبارات:

السماكة Thickness ومتانة التماسك Cohesion ومعدل التآكل الكهروكيميائي CR.

كما يبين الجدول (1) مجال نتائج اختبارات السماكة والتماسك والتآكل.

الجدول رقم (1): توزيع المستويات في بيئة (Minitab-18) مع نتائج اختبارات السماكة ومتانة التماسك ومعدل التآكل

مستويات العوامل Levels of the parameters				الاستجابات Responses		
N	I	T	P	micro Thickness	Cohesion	CR
[g/l]	[A/dm <sup>2</sup> ]	[C°]	[min]	[µm]	[Mpa]	[µm/y]
20	2	25	10	22.6	24.58	47
20	2	35	20	20.6	13.9	34
20	2	45	30	21.9	14.53	29
20	3	25	10	20.7	22.9	26
20	3	35	20	36.2	17.62	18
20	3	45	30	23.8	12.5	19
20	4	25	20	28.3	17.6	25
20	4	35	30	47.8	15.94	22
20	4	45	10	16.6	18.98	9
30	2	25	30	20.5	12.34	43
30	2	35	10	12.2	21.14	24
30	2	45	20	16.5	11.5	23
30	3	25	20	20.3	17.3	53
30	3	35	30	22.9	14.3	32
30	3	45	10	14.1	17.4	14
30	4	25	30	33.3	12.15	22
30	4	35	10	18.7	16.13	15
30	4	45	20	22.2	16.88	20

معدل التآكل CR: متانة التماسك Cohesion: السماكة الميكروية لطبقة الطلاء Micro Thickness:

تركيز أملاح كلوريد النيكل N: كثافة تيار الترسيب I: درجة الحرارة T: زمن عملية الترسيب P:

تراوحت السماكات الميكروية ضمن المجال (12.2 – 47.8 µm).

وتراوحت متانة التماسك ضمن المجال (11.5 – 24.58 MPa).

وتراوحت معدلات التآكل السنوي ضمن المجال (9 – 53 µm/y).

تعرض الجداول (2) و(3) و(4) نتائج تحليل الرتبة للسماكة ومتانة التماسك ومعدل التآكل بالتتالي.

الجدول رقم (2): نتائج تحليل الرتبة للسماكة بدلالة متغيرات العملية (N, I, T, P)

Level	N	I	T	P
1	28.02	25.41	27.55	24.66
2	25.72	26.89	27.57	27.32
3		28.31	25.50	28.63
Delta	2.31	2.89	2.07	3.98
Rank	3	2	4	1

الجدول رقم (3): نتائج تحليل الرتبة للتماسك بدلالة متغيرات العملية (N, I, T, P)

Level	N	I	T	P
1	24.72	23.91	24.70	26.01
2	23.62	24.46	24.27	23.87
3		24.15	23.55	22.64
Delta	1.10	0.55	1.15	3.36
Rank	3	4	2	1

الجدول رقم (4): نتائج تحليل الرتبة لمعدل التآكل بدلالة متغيرات العملية (N, I, T, P)

Level	N	I	T	P
1	-27.35	-30.14	-30.62	-25.81
2	-27.93	-27.75	-27.30	-28.57
3		-25.05	-25.01	-28.55
Delta	0.58	5.09	5.60	2.76
Rank	4	2	1	3

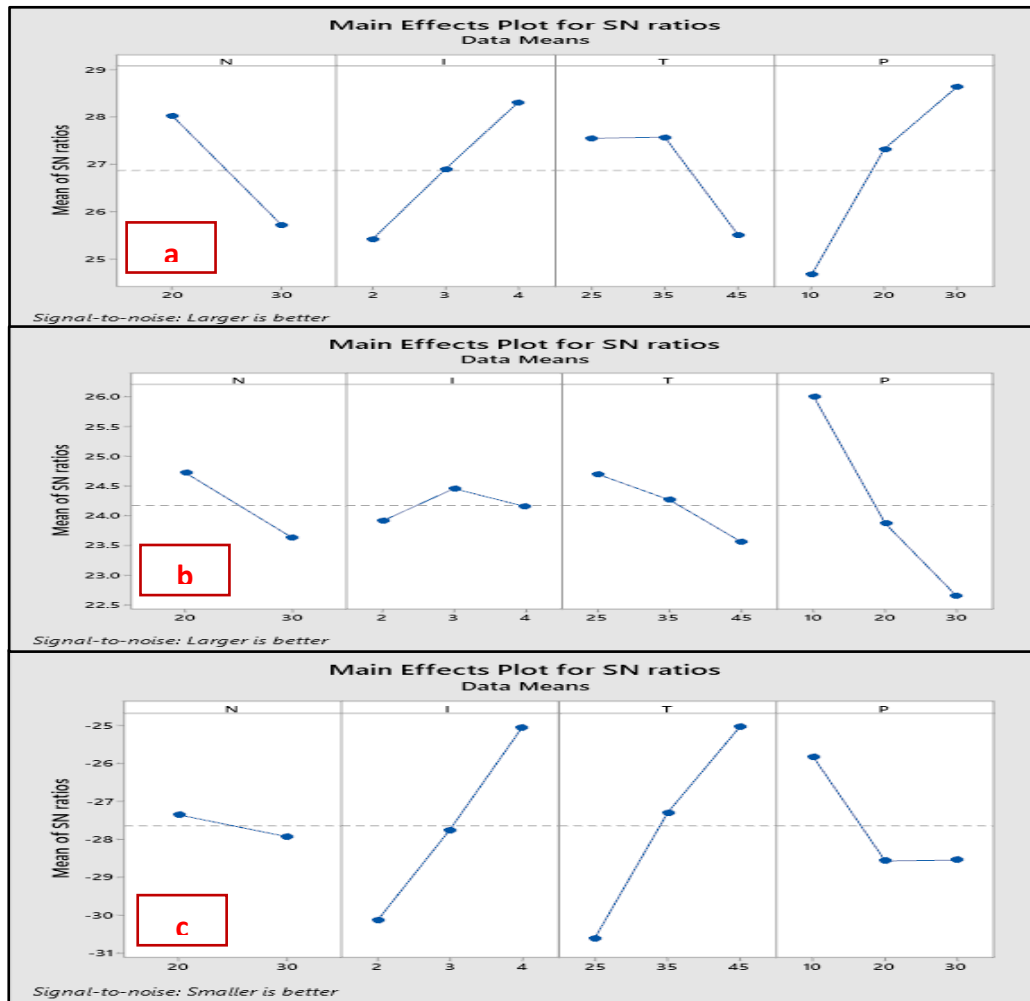
كما يُظهر الشكل (3) نتائج تحليل نسبة الإشارة إلى الضجيج للاستجابات الثلاث المذكورة. تُبين نتائج تحليل الرتبة (Rank) في الجدول (2) ترتيب قوة تأثير العوامل في السماكة كما يلي (بدءاً بالعامل الأقوى تأثيراً): الزمن (P) ثم كثافة تيار الترسيب (I) ثم تركيز أملاح كلوريد النيكل (N) وأخيراً درجة الحرارة (T). يمكن تفسير قوة تأثير الزمن وكثافة تيار الترسيب على زيادة السماكة، بأن زيادة كل من الزمن وكثافة تيار الترسيب يقنضي بالضرورة زيادة كمية الأيونات المرجعة على الكاثود في وحدة الزمن وبالتالي زيادة التخانة. في حين يكاد يكون تأثير تركيز

أملاح النيكل مهماً لكون هذه الطبقة تنتمي إلى أنواع طبقات الترسيب المشترك الشاذ والذي يتسم بكون معدّل ترسيب المعدن الأقل نبلاً (Zn) أعلى من معدّل ترسيب المعدن الأنبل (Ni) وتتوافق هذه النتيجة مع نتائج [19] Z.FENG, et-all. وتبيّن نتائج تحليل الرتبة (Rank) في الجدول (3) ترتيب قوّة تأثير العوامل في متانة التماسك كما يلي:

الزمن (P) ثم درجة حرارة المحلول الكهربي (T) ثم تركيز أملاح كلوريد النيكل (N) وأخيراً كثافة تيار الترسيب (I). كما تُبيّن نتائج تحليل الرتبة (Rank) في الجدول (4) ترتيب قوّة تأثير العوامل في معدّل التآكل كما يلي:

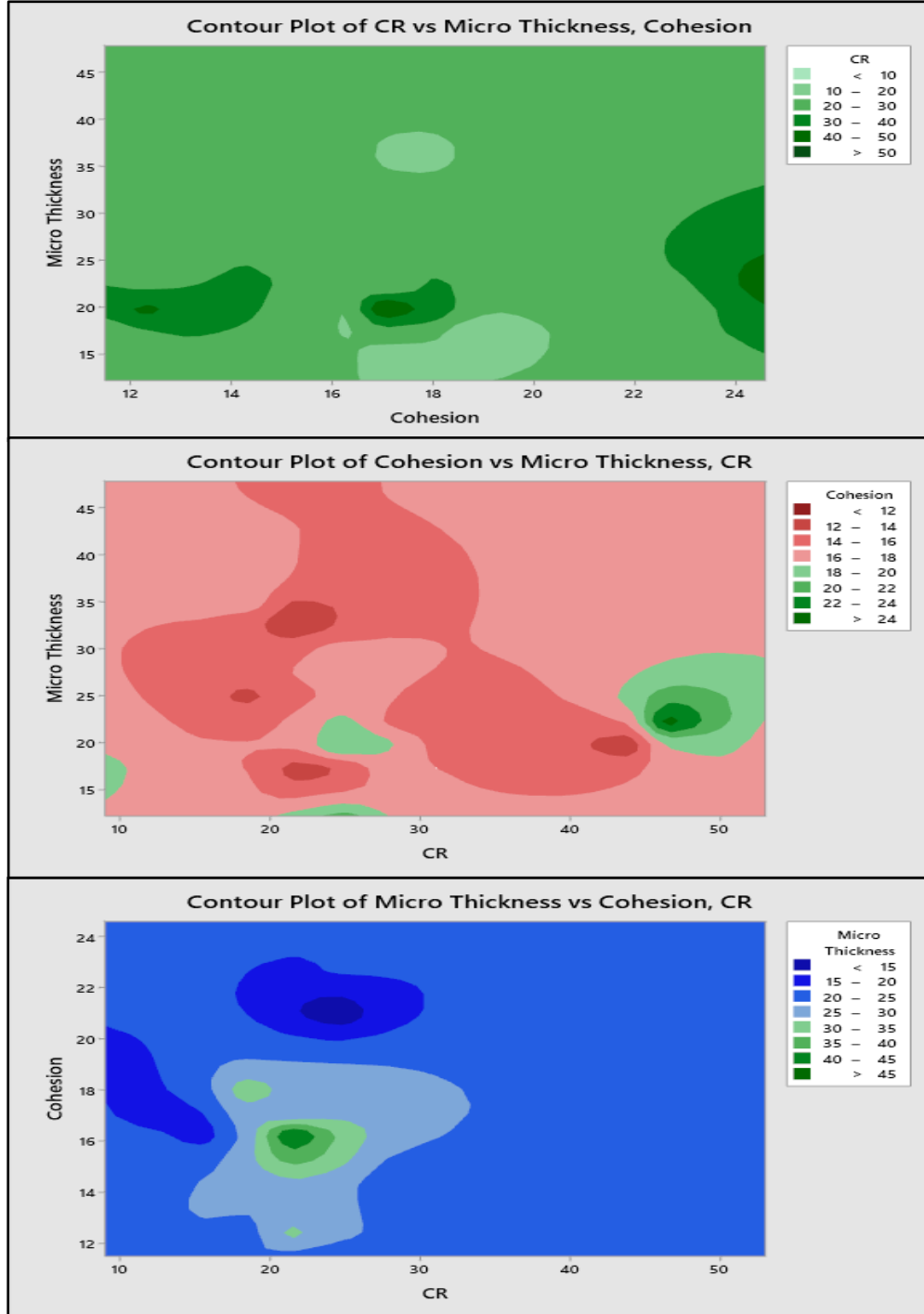
درجة حرارة المحلول الكهربي (T) ثم كثافة تيار الترسيب (I) ثم الزمن (P) وأخيراً تركيز أملاح كلوريد النيكل (N). يبيّن مخطّط نسبة الإشارة إلى الضجيج أنّ زيادة درجة الحرارة تزيد من الاستجابة (SNR) أي تخفّض معدّل التآكل ما يعني زيادة مقاومة التآكل، وقد أثبتت (Mortaga M.) لدى ترسيب طبقات (Zn-Ni) أنّ كثافة تيار التآكل تتناسب عكساً مع درجة حرارة الترسيب، حيثُ انخفضت كثافة تيار الترسيب من  $(16.4 \text{ mA/Cm}^2)$  إلى  $(2 \text{ mA/Cm}^2)$  عند زيادة درجة الحرارة من  $(25 - 50 \text{ }^\circ\text{C})$ . [20-22]

يمكن تأويل الانخفاض في معدّل التآكل (زيادة مقاومة التآكل) والمُشار إليها بزيادة نسبة الإشارة إلى الضجيج (SNR) مع زيادة درجة حرارة المحلول إلى تزايد كل من طاقة تنشيطه وحركيّة الشوارد فيه، ما يعكس زيادةً في كمّية الشوارد المترسبة على الكاثود، أي زيادة شوارد الزنك المضحي وزيادة شوارد النيكل الذي يعزّز مقاومة تآكل الطبقة.



الشكل رقم (3): نتائج تحليل نسبة الإشارة إلى الضجيج (SNR)

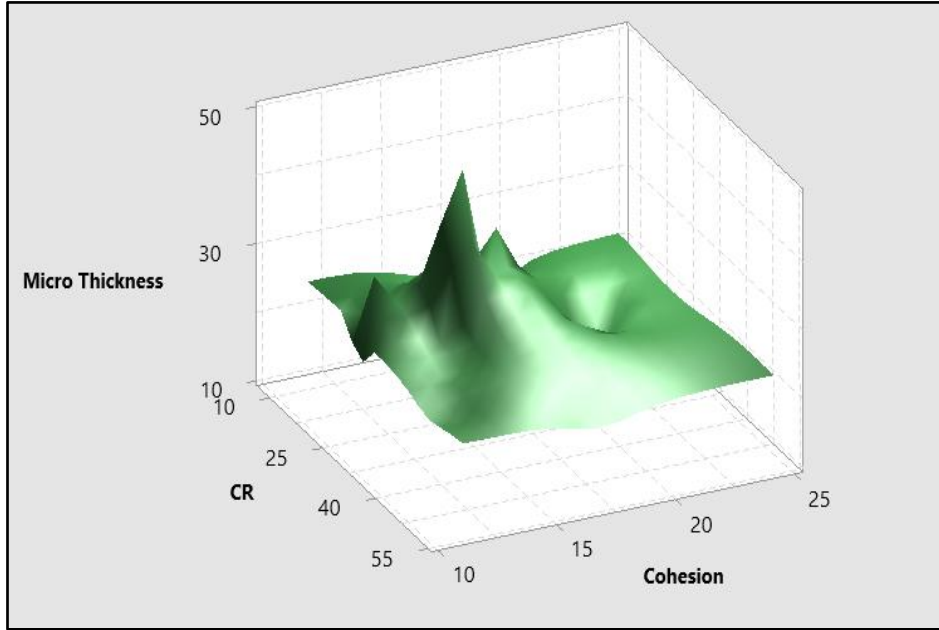
للسماكة على قاعدة الأكبر هو الأفضل  
 لمتانة التماسك على قاعدة الأكبر هو الأفضل  
 لمعدّل التآكل على قاعدة الأصغر هو الأفضل  
 تبيّن خطوط الكونتور (Contour plots) المعروضة في الشّكل (4) قيم الاستجابات الثلاث بالتّبادل.



الشّكل رقم (4): خطوط الكونتور (Contour plots) للاستجابات الثلاث بالتّبادل (استجابة بدلالة استجابتين)



كما جرى تحديد سطح الاستجابة (RSM) لكل من السماكة الميكروية لطبقات الطلاء ومتانة التماسك ومعدل التآكل بدلالة عوامل الترسيب في بيئة (Minitab-18) والمُيّن في الشكل (5).



الشكل رقم (5): سطح الاستجابة (RSM) للسماكة الميكروية ومتانة التماسك ومعدل التآكل

يُظهر سطح الاستجابة مع خطوط الكونتور قمم سماكة حدية شديدة الارتفاع عند قيم منخفضة نسبياً لمتانة التماسك ومعدل التآكل، في حين تتخفض وتتقارب نسبياً أيضاً قيم سماكة الطبقات المترسبة عند القيم المتطرفة لمعدل التآكل ولجميع قيم متانة التماسك. وبعبارة أخرى يمكن الحصول على قيم عظمى لسماكة طبقات الطلاء وقيم متوسطة لكل من متانة التماسك ومقاومة التآكل، وبالتالي يمكن اختيار مجال السماكة المطلوب مع مراعاة قيم متانة التماسك ومقاومة التآكل عن طريق تعديل بارامترات الترسيب التي يمكن اختيارها وتحديدها من خلال تحليل الانحدار المتعدد (MRA) في بيئة (Minitab). وبإجراء تحليل الانحدار المتعدد أمكن تحديد النماذج الرياضية لمعادلة التنبؤ بسماكة طبقة الطلاء بدلالة بارامترات عملية الترسيب:

$$\begin{aligned} \text{Micro Thickness} = & 25.95 + 18.25 \text{ N} - 6.283 \text{ I} - 13.94 \text{ T} - 2.312 \text{ P} - 12.16 \text{ I}^2 + 0.3988 \text{ T}^2 \\ & - 0.04275 \text{ P}^2 - 7.176 \text{ N.I} - 0.5525 \text{ N.T} + 0.0935 \text{ N.P} + 7.318 \text{ I.T} \\ & + 1.132 \text{ I.P} - 0.0495 \text{ T.P} + 0.4542 \text{ N.I}^2 + 0.133 \text{ N.I.T} + 0.0011 \text{ N.T}^2 \\ & - 0.156 \text{ I.T}^2 \end{aligned} \quad [\mu\text{m}]$$

#### 6. الخلاصة:

تم دراسة تأثير عوامل ترسيب الطبقة (Zn-Ni)، على تغيير سماكة ومتانة التماسك ومقاومة التآكل الكهروكيميائي بدلالة معدله السنوي باعتماد إحدى طرائق تصميم التجارب وباستخدام المصفوفة المتعامدة (L18) مع تحليل نسبة الإشارة إلى الضجيج في نهج تاغوتشي (G. Taguchi) وانتهى البحث إلى:

1. يمكن ترتيب أولوية ودرجة أهمية بارامترات الترسيب على كل من سماكة طبقة الطلاء ومتانة تماسكها ومعدل تأكلها كما يلي (بدءاً بالأكثر تأثيراً من اليسار):

**For Thickness: P I N T**

**For Cohesion : P T N I**

**For CR: T I P N**

2. تبين أنّ تركيز أملاح كلوريد النيكل له التأثير الأضعف على سماكة الطبقة وتماسكها ومقاومتها للتآكل (المرتبة الرابعة بالنسبة لمقاومة التآكل والمرتبة الثالثة بالنسبة للتماسك ومتانة التماسك).

3. أمكن بلوغ معدّلات تآكل منخفضة ومتانة تماسك عالية وسماكات متباينة عند شروط ترسيب محدّدة لكل منها كما يلي:  
تراوحت السّماقات ضمن المجال (12.2 – 47.8 µm)  
أعلى متانة تماسك 24.58 MPa  
أقل معدّل تآكل 9 µm/y

4. يمكن بلوغ قيم كبيرة للتماسك ولكن على حساب متانة التماسك ومقاومة التآكل.

5. يمكن استقراء قيم سماكة طبقة الطلاء بدلالة بارامترات الترسيب باستخدام معادلة التنبؤ الخاصة بالتماسك.

7. التوصيات:

جرى دراسة تأثير بارامترات الترسيب على متانة تماسك الطبقة (Zn-Ni) بطريقة (Pull-off Adhesion) ويُتّرح دراسة متانة تماسك الطبقة ضد الخدش (Scratch) أو التّقشّر (Peel-off Adhesion).

8. المراجع:

[1] KANIA.H; et al. 2020, Structural Aspects of Decreasing the Corrosion Resistance of Zinc Coating Obtained in Baths with Al, Ni, and Pb Additives, Materials, Vol 13, 385.

[2] FOTOVVATI.B; et all. 2019, On Coating Techniques for Surface Protection. Manufacturing and Materials Processing, Vol 3, 38.

[3] VAISHAKA.K, et-all. 2013, Magnetically induced electrodeposition of Zn–Ni alloy coatings and their corrosion behaviors. Magnetism and Magnetic Materials, 7.

[4] RAJAGOPALAN.K. 2012, Characterization of Electrodeposited Zn–Ni Alloy Coatings as a Replacement for Electrodeposited Zn And Cd Coatings, McGill, Canada, 242.

[5] CHRISTIAN. M. 2020, Recent Progress in Precision Machining and Surface Finishing of Tungsten Carbide Hard Composite Coatings. Coatings, 10, 31.

[6] MOUSAVI.R; et-all. 2019, Optimization of Ni–Mo/Al composite coating parameters using Taguchi method. Mater. RES. Vol 6. 16.

[7] AKAFUAH.A; et-all. 2016, Evolution of the Automotive Body Coating Process –A Review. Coatings. 6, 24.

[8] HUGHES.A; et-all. 2016, Active Protective Coatings, Materials Science, Germany. Vol 233, 429.

[9] BENAICHA.R; et-all. 2019, Electrochemical Nucleation and Growth of Zn–Ni Alloys from Chloride Citrate–based Electrolyte. Electroanalytical Chemistry, Vol 847, 11326.

- [10] PETRU.M; et all. 2016, Microstructure and Corrosion Resistance of Electrodeposited Zn–Ni–P Thin Films, U.P.B. Sci. Bull., Series B, Vol. 78, 185–192.
- [11] M.MARQUES.M.A. 2015, Estimation of the Confidence Intervals for the Average Loss Function of Taguchi and Signal to Noise ratio through Resampling Bootstrap Method. ijastnet, 5, 10. 2221.
- [12] ASTM–B571–97. 2013, Qualitative Adhesion Testing of Metallic Coatings, 4.
- [13] ASTM–D4541–09. 2010, Pull–Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers. 16.
- [14] DIN–EN–ISO 4624. 2003, Paints, clasification of varnishes and plastics Pull–off test for adhesion. 15.
- [15] EN–582:2011. 2011, Determination of tensile adhesive strength. 28.
- [16] EDWARD.M.PETRIE. Handbook of adhesives and sialants.2000.
- [17] JIANG.Y.F; et–all. 2004, Zn–Ni alloy coatings pulse–plated on magnesium alloy. Surface & Coatings Technology, 7. 1016.
- [18] BENAICHA.R; et–all. 2019, Electrochemical Nucleation and Growth of Zn–Ni Alloys from Chloride Citrate–based Electrolyte. Electroanalytical Chemistry, Vol 847, 11326.
- [19] FENG.Z; et–all. 2010, Electrodeposition of nanocrystalline Zn–Ni coatings with single gamma phase from an alkaline bath. Surface & Coatings Technology, 10, doi:10.1016.
- [20] ABOUKRISHA.M. 2005, Electrochemical studies of zinc–nickel codeposition in sulphate bath. Applied Surface Science, 14. 1035–1048.
- [21] RAHMANI.H, et–all. 2018, Zinc–Nikel alloy electrodeposition: characterization, properties, multilayers and composites. Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces, 39, doi: 10.1134/s2070205118060187.
- [22] REN.X .M, et–all. 2020, Electrodeposition of single  $\gamma$ -phase Zn–Ni alloy from deep eutectic solvents using metal oxides as precursors. Journal of Electrochemical Society, Vol 167 (13).

دراسة تأثير إضافة كوز الصنوبر المعالج ببلا ماء حمض المائيك على بعض خواص البولي بروبيلين  
د. منتجب الخضري\*

(الإيداع: 1 تشرين الثاني 2020 ، القبول: 14 آذار 2021 )

الملخص:

تم في هذا البحث دراسة تأثير إضافة كوز الصنوبر على بعض خواص البولي بروبيلين وتأثير معالجة المادة المضافة ببلا ماء حمض المائيك على الخواص المدروسة، و قد تمت إضافة الكوز عند نسب (5،10،15،20،25)% وقد وجدنا ان افضل نسبة لتحقيق خواص جيدة هي 15% عند اختبار مقاومة الشد و عند باقي الاختبارات كانت تزداد الخواص بزيادة نسبة المادة المضافة فتم اختيار نسبة 15% من المادة المضافة لإعادة الاختبارات و لكن بعد معالجة كوز الصنوبر ببلا ماء حمض المائيك. تمت إضافة بلا ماء حمض المائيك بنسب (1،3،5،7)% ووجدنا انه تزداد قيمة الخواص المدروسة بعد معالجة المادة المضافة عنها قبل المعالجة و انه عند النسبة 5% من بلا ماء حمض المائيك كانت قيمة الخواص المدروسة أعلى من بقية النسب.

الكلمات المفتاحية: مواد مركبة، بولي بروبيلين ، بلا ماء حمض المائيك

## Studying the Effect of Adding Pine cones Treated with Maleic anhydride on some Properties of Polypropylene

Dr . Montajb al–khodary\*

(Received: 1 November 2020, Accepted: 14 March 2021)

### Abstract:

In this research, the effect of adding a pine cone on some properties of polypropylene and the effect of treating the additive with no water of malic acid on the studied properties was studied, and the pinecone was added at (5,10,15,20,25)% ratios, and we found that it is the best ratio to achieve Good properties are 15% when bending resistance is tested, and at the rest of the tests, the properties increased by increasing the percentage of the additive, so 15% of the additive was chosen, not usually the tests, but after treating the pine cone with no water, malic acid was added in proportions (1,3,5, 7)% and we found that the value of the studied properties increased after treatment with no maleic acid water of the substance added from it before treatment and that at the rates of 5% of without maleic acid water the value of the studied properties was higher than the rest of the percentages

**Keywords:** Composite materials, polypropylene, Maleic anhydride

---

\*Al–Baath University (Faculty of Chemical and Petroleum Engineering)– Syrian Arab  
Republi

**1-مقدمة:**

ان التطور الصناعي والتكنولوجي يعتمد بشكل كبير على التقدم في حقل المواد، ونتيجة لهذا التطور الصناعي الكبير الذي شهده العالم في كافة المجالات ظهرت الحاجة لإيجاد بدائل للمواد ذات الاستعمالات الصناعية المتعددة بحيث تكون تلك البدائل ذات مواصفات عالية من حيث الكلفة وخفة الوزن والخواص بصورة عامة لاعتمادها في الصناعة

**1-1 المواد المركبة (Composite Materials) :**

يمكن تعريف المواد المركبة بأنها المادة الناتجة من خلط مادتين أو أكثر وبأسس معينة للحصول على مواد جديدة بخصائص ميكانيكية وفيزيائية متميزة تختلف عن خصائص المواد المكونة لها علماً ان خواصها تعتمد على خواص مكوناتها وتتكون المواد المركبة من المادة الأساس ( Matrix ) الذي يعمل على ضم وربط مادة التقوية ( كالدقائق والألياف) وذلك من أجل تثبيتها والحفاظة عليها من التلف، والمادة الأساس اما تكون معدنية او بوليميرية ومادة التدعيم ( Reinforcement Material ) والتي يتم استعمالها بأشكال مختلفة فمنها المساحيق و الألياف والقشور و الحبيبات البيضوية أو الكروية وفق التطبيق المطلوب [1]

**1-2-البولي بروبلين:**

هو احد اللدائن الحرارية الاكثر تنوعاً وانتشاراً ينتمي الى صنف البولي اولفين (Polyolefin) ويتألف من الهيدروجين والكاربون فقط . يقدم مجموعة من الخصائص الفيزيائية والميكانيكية الجيدة للغاية بتكلفه منخفضة نسبياً الامر الذي يجعل منه مادة متعددة الاستخدام. ان استهلاك البولي بروبلين في تزايد مستمر بالنسبة الى مجموعة اللدائن الحرارية ، و هذا التزايد سيستمر في المستقبل وذلك لعدة اسباب :

- التكلفة المنخفضة نسبياً للنتاج وذلك يرجع الى التكلفة المنخفضه للمونومير (البروبلين) وتقنية عمليات البلمرة مقارنة مع غيره من اللدائن الحرارية
  - امكانية تحويل (Modified) ليناسب مجموعة متنوعة من التطبيقات من خلال عملية البلمرة والتوجيه (Orientation) لتلبية مجموعة واسعة من التطبيقات التي تتطلب خواص ميكانيكية وحرارية جيدة
  - سهولة تقنية المعالجة لذلك يمكن استخدامها في معظم المجالات الصناعية والتجارية .
- هذه العوامل تساهم في تعدد استخدام المنتج الى جانب انخفاض التكلفة وتطور طرق الانتاج لتطبيقات الحديثة لذا فان التطبيقات الجديدة للبولي بروبلين سوف تتخذ شكلاً مختلف كثيراً عن ما ينتج اليوم.
- مع ذلك ليست جميع خصائص هذه المادة جيدة لتناسب جميع ظروف الاستخدام، على سبيل المثال تظهر مادة بولي البروبلين سوء مقاومة للدرجات الحرارية المنخفضة بسبب ارتفاع درجة انتقالها الزجاجية وتبلورها العالي لذلك تصبح هشّة كلما دنت من هذه الدرجة [2].

**مقاومة الشد (Tensile Specimens):**

تعتبر مقاومة الشد مقياساً لقابلية المادة على مقاومة القوى الساكنة التي تحاول سحب المادة وكسرها . تتكون المواد المركبة الليفية من ألياف قوية هشّة مغمورة في المادة الأساس التي تتصف بكونها أكثر مطيلية . تبدأ المادة المركبة بالاستطالة بشكل خطي في البداية استجابة للجهد المسلط ومع استمرار التحميل يحصل إنحراف نتيجة لوصول المادة الأساس إلى نقطة الخضوع في حين تستمر الألياف بالاستطالة و المقاومة حتى تنهار مقاومته. وعندما تتهشم المادة الأساس تفشل المادة المركبة كلياً. [3]

**مقاومة الانضغاط (Compression Specimens) :** تبين هذه المقاومة مدى تحمل المادة عند تعرضها إلى حمل انضغاط ساكن قبل أن تنكسر ، والقيم العالية تشير إلى كبر قوى التماسك بين جزيئات المادة.

الصلادة:

هي خاصية للمواد تحدد مدى قابلية المادة لتحمل الخدش بالمعادن. تعتمد الصلادة على التركيب الكيميائي للمادة بالإضافة إلى البنية الدقيقة. ونوع القوى الرابطة بين الجزيئات ونوع سطح المادة اختبار فيكرز للصلادة هو اختبار لقياس صلادة المواد طور من قبل روبرت سميث وجورج سانلاند في مختبرات شركة فيكرز المحدودة، وذلك بأسلوب بديل لطريقة اختبار برينل للصلادة. يتميز أسلوب فيكرز لقياس الصلادة بأنه أسهل من غيره من الطرق الأخرى، لأن الحسابات المطلوبة غير متعلقة بقياس حجم رأس الجهاز، ولا حاجة لتغييره بغض النظر عن صلادة المادة المراد قياسها. ويمكن بواسطة هذا الاختبار تحديد صلادة المعادن شديدة الصلادة نظراً لاستخدام الهرم الماسي وتكون الاحمال المؤثرة صغيرة جداً إذا ما قورنت بالأحمال المؤثرة في اختبار برينل للصلادة ويمكن بواسطة هذا الاختبار تحديد صلادة المعادن قليلة الصلادة. [4] وتحسب صلادة فيكرز عن طريق العلاقة التالية:

$$HV=2f\sin 136^{\circ}/2/D^2 \dots\dots\dots (1)$$

D: معدل طول القطرين

HV: فيكرز صلادة

## 2-هدف البحث:

- تحسين بعض خواص البولي بروبيلين بهدف رفع كفاءته وتوسيع استخداماته
- استخدام مواد طبيعية كمضافات للبولي بروبيلين بهدف الحصول على مادة مركبة ودراسة بعض خواصها
- دراسة تأثير المعالجة للمادة المضافة على خواص المادة المركبة الناتجة

## 3-مواد و طرائق البحث:

- حبيبات البولي بروبيلين
- كوز الصنوبر النسب الوزنية المضافة (5،10،15،20،25)%
- بلا ماء حمض المالنك النسب الوزنية ( المضافة 1،3،5،7)%

## 3-1مادة التدعيم:

- ✓ كوز الصنوبر من نوع ( Pinus arizonica ) والذي يتالف تركيبه من :  
55% سيللوز، 10% نصف سيللوز، 34% ليغنين، 1% مواد اخرى. [5]
- ✓ بلا ماء حمض المالنك ( C<sub>4</sub>H<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ) وجد المركب في الشروط القياسية على شكل صلب بلوري أبيض اللون، يتفكك عند التماس مع الماء، لكنه ينحل في المذيبات العضوية. [6]

## 3-2معالجةالمادة المضافة :

يؤخذ الكوز و يغسل بماء مقطر لإزالة الشوائب عنه ، يُطحن بألة التحطيم لمدة ساعة ، يُجفف بالفرن عند درجة حرارة 105 درجة مئوية لمدة 10 ساعات ،ثم يُغربل بمناخل جزيئة للحصول على مقاس حبيبي  $D < 100\mu m$

## 3-3 تحضير الخليط و إضافة المواد:

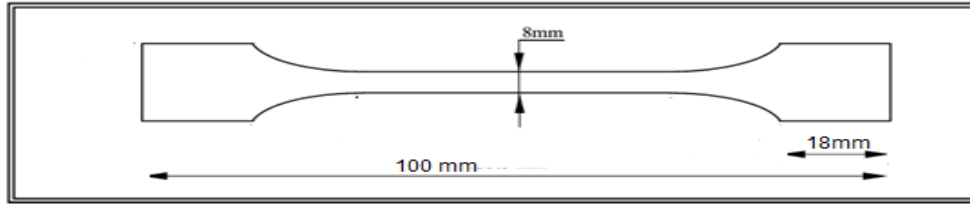
تم اعتماد طريقة القولبة اليدوية في عملية تحضير العينات تم تصنيع قالب ذو قاعدة وجوانب من الزجاج الشفاف ذو سماكة 4 mm ، وتكون الجوانب متحركة ومرتبطة بالقاعدة بواسطة السليكون المطاطي ليكون سهل الحركة .وهذه الجوانب تكون متغيرة وفق أبعاد العينة المراد تصنيعها .حيث يكون القالب المستخدم بشكل مستطيل وتكون أبعاده (الطول 110 mm ، العرض 15 mm ،الارتفاع 4 mm ) .  
و يتم خلط المزيج لمدة ( 8-10 ) دقائق وبعدها يُصب في القالب المهيأ .  
تترك النماذج لمدة 24 ساعة.

بعد إجراء العمليات السابقة يتم الحصول على نماذج المواد المركبة بهيئة الواح ذات سمك 2.5mm عندها يتم إجراء عملية التقطيع لغرض تهيئة النماذج حسب المواصفات القياسية حيث تم تقطيع العينات باستعمال منشار شريطي ذي أسنان

ناعمة، أما مرحلة ضبط الأبعاد فيتم باستعمال جهاز التعويم وبعدها تتم عملية الصقل بأوراق تعويم بدرجة صفر، وقد تم تحضير عينتان لكل من النسب لتقليل نسبة الخطأ والحصول على نتائج أكثر دقة. تم إجراء تجارب بدون وجود المادة الرابطة (أي بدون معالجة الألياف) ومن ثم اختيار أفضل نسبة وزنية من كوز الصنوبر تحقق عندها المادة المركبة الناتجة خواص أفضل وبعدها يتم إضافة بلا ماء حمض المالنك بنسب مختلفة لمعرفة تأثيره .

### 3-4- اختبار مقاومة الشد: [7]

تم اعتماد المواصفة (ASTM-D-638) في تصنيع نماذج اختبار مقاومة الشد حيث كانت السرعة الراسية 5 mm/min



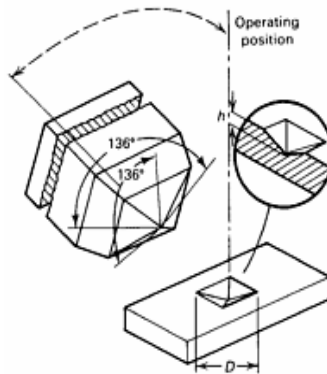
الشكل رقم (2): ابعاد عينة اختبار الشد

### 3-5- اختبار مقاومة الانضغاط: [8]

تم اعتماد المواصفة (ISO-604) في تصنيع نماذج اختبار مقاومة الانضغاط وهي بشكل موشور رباعي (4\*10\*10 mm)

### 3-6- اختبار الصلادة: [9]

تم إجراء اختبار الصلادة الميكروية بجهاز نوع فيكرز (Vickers micro hardness) المصنع من قبل شركة (Time Group Inc.) موديل (TH714) والذي يتكون من أداة الخدش والتي هي عبارة عن رأس مجهري مدبب بشكل هرم ماسي مربع القاعدة تتقاطع مستوياته عند القمة بزاوية  $136^\circ$  كما في الشكل (3) حيث يتم تثبيت العينة تحت هذه الأداة لذلك تم تقطيع العينات بطول (40mm) وبعرض (20mm) وبسمك (3mm) هذا ما يتلاءم مع ابعاد الجهاز حيث حمل بمقدار (25kg) وبزمن (5sec)، يتم حساب رقم فيكرز للصلادة عن طريق قياس أطوال القطرين (d1, d2) ومعدل القيمة لهما (D) ومن ثم تطبيق العلاقة (1).



الشكل رقم (3): رسم بياني لاختبار الصلادة

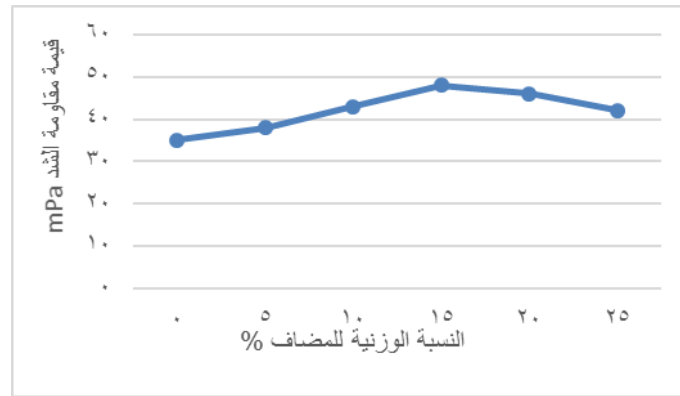


## 4-النتائج:

4-1: قبل معالجة كوز الصنوبر ببلا ماء حمض المائيك  
اختبار مقاومة الشد:

الجدول رقم (1): قيمة مقاومة الشد بالنسبة للمادة المضافة (غير المعالجة)

النسبة الوزنية للمضاف %	قيمة مقاومة الشد MPa
0	35
5	39
10	44
15	49
20	47
25	42



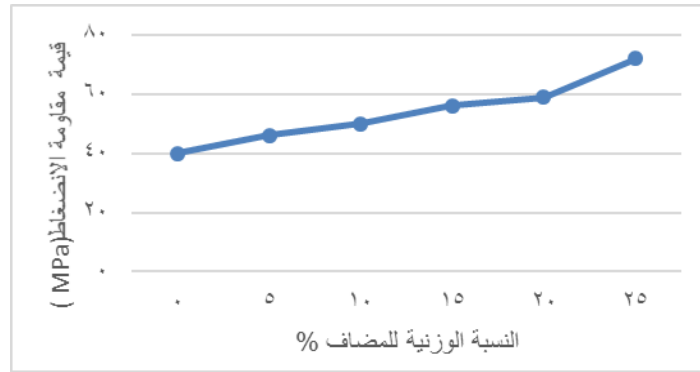
الشكل رقم (4): قيمة مقاومة الشد بالنسبة للمادة المضافة (غير المعالجة)

نلاحظ من الجدول أنه مع زيادة النسبة الوزنية للمادة المضافة تزداد قيمة مقاومة الشد حتى نسبة 15% و بعدها تبدأ قيمة مقاومة الشد بالانخفاض

اختبار مقاومة الانضغاط:

الجدول رقم (2) : قيمة مقاومة الانضغاط بالنسبة للمادة المضافة (غير المعالجة)

النسبة الوزنية للمضاف %	قيمة مقاومة الانضغاط MPa
0	40
5	46
10	50
15	56
20	59
25	72

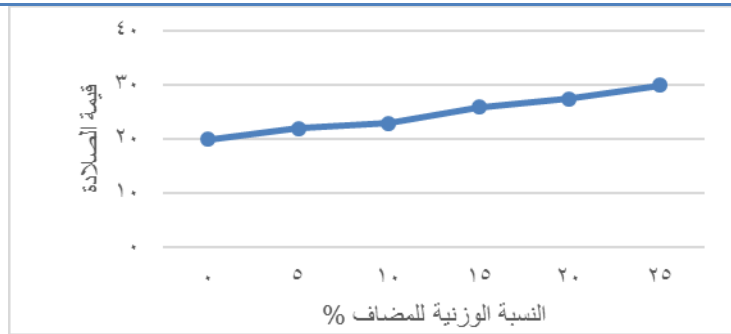


الشكل رقم (5): قيمة مقاومة الانضغاط بالنسبة للمادة المضافة (غير المعالجة)

نلاحظ مع زيادة النسبة الوزنية للمادة المضافة تزداد قيمة مقاومة الانضغاط ونلاحظ ان الازدياد يزداد بشكل كبير مع النسب المرتفعة من المادة المضافة  
اختبار الصلادة :

الجدول رقم (3): قيمة الصلادة بالنسبة للمادة المضافة (غير المعالجة)

النسبة الوزنية للمضاف (%)	قيمة الصلادة
0	20
5	22
10	23
15	26
20	27.5
25	30



الشكل رقم (6): قيمة الصلادة بالنسبة للمادة المضافة (غير المعالجة)

نلاحظ أنه بزيادة النسبة الوزنية للمادة المضافة تزداد قيمة الصلادة ونلاحظ ان الازدياد يكون بشكل مطرد مع ارتفاع نسبة المضاف

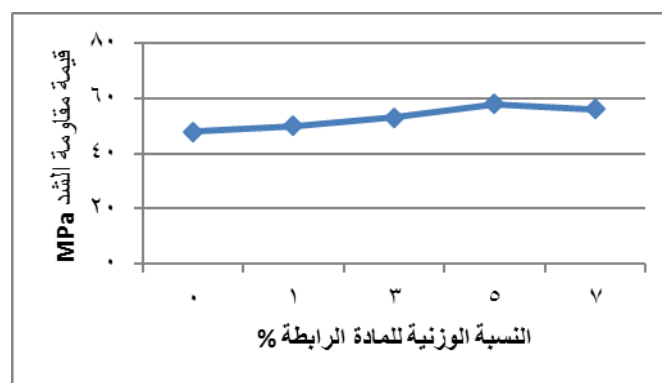
4-2: بعد معالجة كوز الصنوبر ببلا ماء حمض المالنك  
الجدول رقم (4): النسب الوزنية للمادة المركبة بعد المعالجة ببلا ماء حمض المالنك

العينة	نسبة pp %	نسبة كوز الصنوبر %	نسبة بلا ماء حمض المالنك
1	85	15	0
2	84	15	1
3	82	15	3
4	80	15	5
5	78	15	7

اختبار مقاومة الشد:

الجدول رقم (5): قيمة مقاومة الشد بالنسبة للمادة الرابطة

النسبة الوزنية للمادة الرابطة %	قيمة مقاومة الشد MPa
0	48
1	50
3	53
5	58
7	56



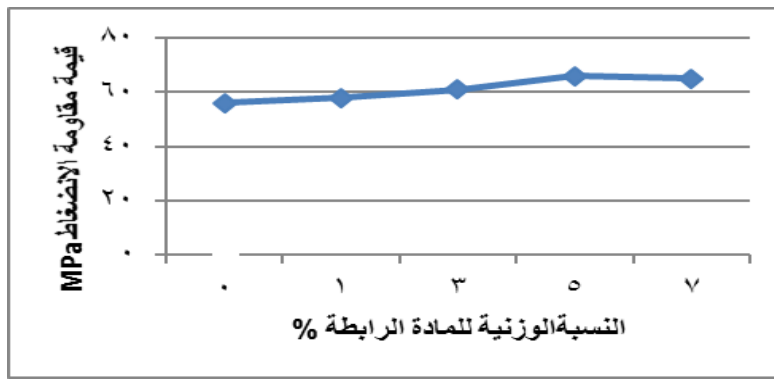
الشكل رقم (7): قيمة مقاومة الشد بالنسبة للمادة الرابطة

نلاحظ انه مع اضافة بلا ماء حمض المالنك تزداد مقاومة الشد للمادة المركبة من البولي بروبيلين وكوز الصنوبر بنسبة وزنية للكوز ثابتة 15% وانه افضل نسبة للمادة الرابطة (بلا ماء حمض المالنك) كانت 5% ولكن مقاومة الشد عند النسب جميعا بعد المعالجة اعلى منها قبل المعالجة

## اختبار مقاومة الانضغاط:

الجدول رقم (6): قيمة مقاومة الانضغاط بالنسبة للمادة الرابطة

النسبة الوزنية للمادة الرابطة %	قيمة مقاومة الانضغاط MPa
0	56
1	58
3	61
5	66
7	65

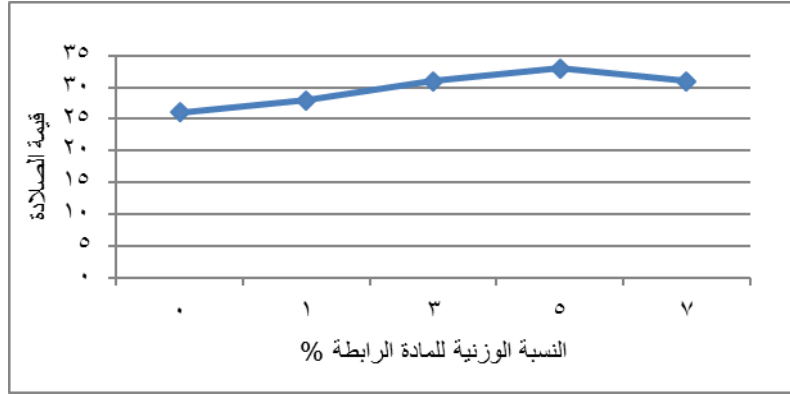


الشكل رقم (8): قيمة مقاومة الانضغاط بالنسبة للمادة الرابطة

مع اضافة بلا ماء حمض المالنك تزداد مقاومة الانضغاط عند النسب جميعا حيث انه بعد المعالجة اعلى منها قبل المعالجة بنسبة وزنية للكوز ثابتة 15% وانه افضل نسبة للمادة الرابطة (بلاماء حمض المالنك ) كانت 5% اختبار الصلادة :

الجدول رقم (7): قيمة الصلادة بالنسبة للمادة الرابطة

النسبة الوزنية للمادة الرابطة %	قيمة الصلادة
0	26
1	28
3	31
5	33
7	31



الشكل رقم (9) : قيمة الصلادة بالنسبة للمادة الرابطة

مع اضافة بلا ماء حمض المائتيك تزداد قيمة الصلادة عند النسب جميعا حيث انه بعد المعالجة اعلى منها قبل المعالجة للمادة المركبة من البولي بروبيلين وكوز الصنوبر بنسبة وزنية للكوز ثابتة 15% وانه افضل نسبة للمادة الرابطة (بلا ماء حمض المائتيك ) كانت 5% كما هو الحال في اختبار مقاومة الشد ومقاومة الانضغاط

#### 5- المناقشة:

ان ازدياد مقاومة الشد والانضغاط وقيمة الصلادة للبولي بروبيلين بعد اضافة مسحوق كوز الصنوبر يعود الى انه عند الاضافة تنشأ روابط التصاق بين المركبين نتيجة الكهرسلبية يؤدي ذلك الى توزيع الاجهاد المسلط على المادة بشكل اوسع فيرفع قيمة مقاومة الشد وقيمة الانضغاط ، كذلك الامر فإن إضافة مسحوق كوز الصنوبر يزيد من مقاومة البولي بروبيلين للخدش وبالتالي ترتفع قيمة الصلادة، وجدنا حالة انخفاض في قيمة الشد بعد نسبة مادة مضافة (كوز الصنوبر) 15% ويفسر ذلك انه عند هذه النسبة كان التغلغل كافيا وبالتالي تتشكل اكبر قيمة ممكنة من الروابط ، كما أن كيفية توزيع الروابط مهم جدا في اختبار الشد(طولية او عرضية) فظهر هذا الامر، لكن عند اختبار مقاومة الانضغاط والصلادة بقيت القيم بالارتفاع بعد 15 % حيث ان توزيع الروابط لا يؤثر كثيرا كما هو الحال في اختبار الشد وبعد معالجة الصنوبر ببلا ماء حمض المائتيك وجدنا ان القيم بالنسبة للاختبارات تزداد واعلى قيمة كانت عند نسبة مادة رابطة 5% وهذا يعزى الى تشكل شبكة من الروابط التصالبية وتزداد هذه الروابط بزيادة بلا ماء حمض المائتيك حتى نسبة 5% يبدأ بعدها الانخفاض ويفسر الامر ان زيادة النسبة يمكن ان تؤدي الى تهتك في الروابط او اننا بحاجة الى نسب اعلى من كوز الصنوبر

#### 6- الاستنتاجات:

- اضافة كوز الصنوبر يحسن من قيمة مقاومة الشد والصلادة ومقاومة الانضغاط للبولي بروبيلين
- ان معالجة كوز الصنوبر ببلا ماء حمض المائتيك يزيد من قيمة الخواص المدروسة

#### 7- التوصيات:

- استخدام مواد اخرى كمضافات
- تجريب طرق اخرى لمعالجة المادة المضافة (مواد كيميائية اخرى) او طرق معالجة فيزيائية او حرارية
- اجراء تحليل طيفي للعينات ان امكن لمعرفة فيما اذا تشكلت روابط جديدة
- اختبارات اخرى كاختبار الاحتراق ،امتصاص الماء، اختبار الصدم

#### 8- المراجع:

[1] MICHAEL, A, F1990–Engineering Materials, 2nd. Cambridge university, England.P122

- [2] Pedram Y, Bruna J, Quijada, and Gonzalez, B 2005– Mechanical and morphological properties at Metallocene Elastomer / Polypropylene Blends ,Budapest Hungary Chile
- [3] Ali I, M, 2009– Study of Some Mechanical Properties for Polymeric Composite Material Reinforced by Fibers, Journal of Al-Qadisiya for Engineering Sciences, Iraq, Vol 2, No 1, pp.14 – 24
- [4] Tomasz, A, G2017, The Effect of Particulate Fillers on Hardness of Polymer Composite, Technical University of Kosice, Slovak
- [5] Cevdet ,N2004, Chemical composition and nutritive value of Pinus pinea L seeds. Journal of Food Chemistry , Elsevier, VOL 86, NO 3 , PP 365–368
- [6] Dmuhovsky, B and. Franz, A1970, "Maleic Anhydride", Kirk–Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Volume 12, John Wiley and Sons, Inc., New York, pp 819–837
- [7] ASTM D638–14:2014, Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics, ASTM International, West Conshohocken, PA, USA, 2014.
- [8] Hannes Körber, 2019, Compression Testing of Fiber–Reinforced Polymer Matrix Composites, Technical University of Munich., Germany.
- [9] ] Elif ,A2018, Investigation of mechanical behavior of wood polymer nanocomposites (WPNs) samples using static vickers microhardness tester, Kastamonu Univ, Journal of Forestry Faculty, Vol 18, No.1, PP62–74

## تطوير تطبيق برمجي لنظام مراقبة الاجهزة باستخدام تقنيات (WLAN)

حيدرا عبد الله \*

(الإيداع: 25 كانون الثاني 2021، القبول: 24 آذار 2021)

### الملخص:

يناقش هذا البحث، تطوير تقنية الشبكات المحلية اللاسلكية، والمخصصة للاستخدام في نظام مراقبة الأجهزة. يتم تقديم مراجعة كاملة لبروتوكولات الاتصالات المحلية اللاسلكية الحالية 802.11 a و 802.11 b و 802.11 g و HomeRF و Bluetooth و Ultrawideband. وتجري مقارنة تفصيلية لهذه التقنيات مع معيار 802.11 b، فقد اختبر كأفضل بروتوكول لنظام مراقبة الأجهزة. وأخيراً، تم صمم نموذج أولي لشبكة محلية لاسلكية لمراقبة الأجهزة باستخدام شفرة تم طوّرت باستخدام لغة برمجة Java.

**الكلمات المفتاحية:** الشبكة اللاسلكية الواسعة، الشبكات المحلية، الشبكة المنزلية، بروتوكولات الاتصالات، معايير الاتصالات، البلوتوث، النطاق الفوق الصوتي، مراقبة الاجهزة في الشبكة.

---

\*مدرس – جامعة الرشيد الدولية الخاصة للعلوم والتكنولوجيا

## Device Monitoring System using (WLAN)

Dr: Haidara Abdalla\*

(Received: 25 January 2021, Accepted: 24 March 29, 2021)

### Abstract:

In this thesis, a wireless local area networking technique is developed, which is intended for use in a device monitoring system. A full review of the current wireless local communications protocols 802.11, 802.11a, 802.11b, 802.11g, HomeRF, Bluetooth, and Ultrawideband is presented. A detailed comparison of these techniques is performed with 802.11b, being chosen as the most suitable protocol for the device monitoring system. Finally, a prototype of the wireless local area network for device monitoring is designed with code developed using the Java programming language

**Key words:** Wireless Local Area Network (WLAN), Local Area Networks (LAN), Home Network, Communication Protocols, Communication Standards, Bluetooth, and Ultrawideband, Device Monitoring in network.



**1-المقدمة:**

أصبحت بروتوكولات الشبكات اللاسلكية المحلية (WLAN) ذات السرعات الكبيرة الحل الأمثل لتوصيل العديد من أنواع مختلفة من الأجهزة معا. بروتوكولات الشبكة اللاسلكية المحلية وهي: 802.11 a و 802.11 b و 802.11 g و Bluetooth و HomeRF و Ultrawideband.

هذه البروتوكولات، التي طورت خلال السنوات الماضية، تسهّل تطوير شبكة محلية لاسلكية، حيث يمكن التعامل مع الجهاز من أي مكان وبأي وقت. ويمكن إضافة أجهزة جديدة إلى الشبكة بكل سهولة.

يتوفر في الأسواق جهاز يسمى الجهاز المركزي للخدمات (DCS)، يحتوي مجموعة من تطبيقات مراقبة الأجهزة بما في ذلك القارئ الآلي للعدادات، ودعم الصيانة. هذا الجهاز المركزي يحتوي على شبكة سلكية تربطه بأجهزة الشركة الداعمة في العمود الفقري لشبكة العملاء الخاصة بهم، حيث يتم نقل البيانات عبر الإنترنت إلى قاعدة بيانات الشركة. هذا التطبيق الحالي غير متوافق مع كل الأجهزة الحالية ويتطلب أن يتم نقل البيانات عبر العمود الفقري لشبكة العميل. وبالإستفادة من صفات الشبكات اللاسلكية، يمكن حل هذه المشكلة.

يناقش هذا البحث استخدام شبكة محلية لاسلكية (WLAN) لتطبيق مراقبة الأجهزة. الامكانيات اللامحدودة للتقنيات اللاسلكية يجب ان تستخدم لمراقبة المتغيرات التي تحدث للطابعات وأجهزة الفاكس والماضحات الضوئية وغيرها من الأجهزة. باستخدام شبكة WLAN، حيث يقوم الجهاز بإستقضاء للبيانات دون التدخل في الشبكة الأساسية، ويمكن الوصول إليها من موقع بعيد.

تتيح التقنية اللاسلكية إمكانية إنشاء شبكة تعمل بشكل منفصل عن الشبكة السلكية الأساسية ويمكن تطويرها لاستخدام شبكة منفصلة خاصة بها [1, 2]. عندما يتم دمج هذين النظامين معاً، وتطبيق مراقبة الجهاز سوف تكون قادرة على مراقبة الأجهزة من موقع بعيد، بمعنى من خادم قاعدة بيانات الشركة.

**مشكلة البحث:**

يعمل نظام DCS حالياً باستخدام شبكة سلكية لمراقبة الأجهزة في المواقع. والمطلوب التخلص من توصيل الأجهزة سلكياً بالشبكة بسبب صعوبتها تقنياً وعدم إمكانية ربط جميع الأجهزة بشبكة سلكية.

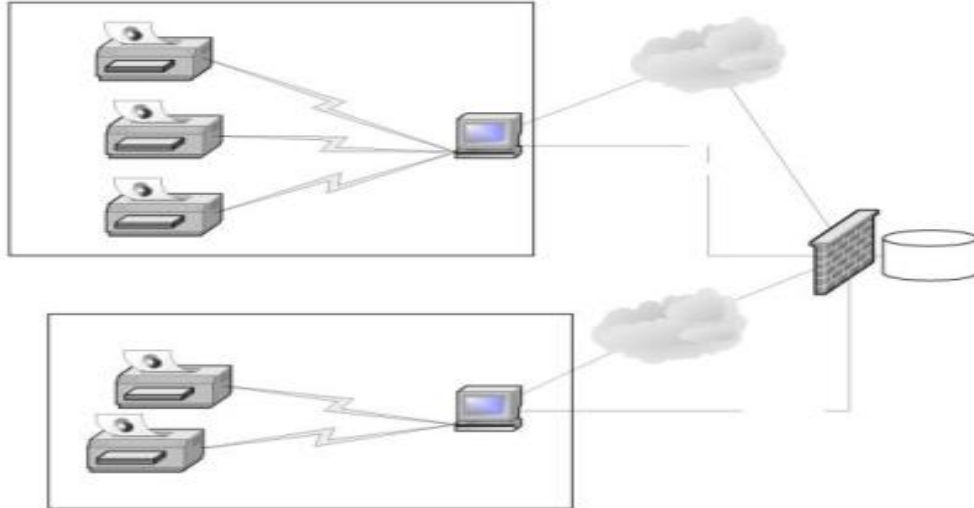
**2-هدف البحث:**

تم اقتراح حلول لمعالجة ذلك من خلال تطوير كامل للحل اللاسلكي. وتناول هذا البحث استخدام شبكة محلية لاسلكية (WLAN) لحل ومعالجة مشكلة مراقبة الاجهزة.

**الحل المقترح وعوامل الاهتمام بتقنية اللاسلكي:**

يتم إنشاء شبكة WLAN باستخدام بروتوكول لاسلكي موجود بالفعل تم تطويره لجعل تصميم وتنفيذ الحل فعالاً وفي الوقت المناسب.

كانت المفاضلة بين 802.11 a و 802.11 b و 802.11 g و Bluetooth و HomeRF والنطاق العريض الفائق. تم الاختيار بين هذه البروتوكولات بناء على قدراتها على التعامل مع العديد من المعايير اللازمة لنظام مراقبة الجهاز. هذه المعايير تشمل النظام، وطوبولوجيا الشبكة، والقدرة والمدى ومعدلات البيانات وقابلية التوسع، والقوة والتكلفة والموثوقية والأمان والتوافر. يظهر الشكل رقم (1) مثال على طوبولوجيا الشبكة المقترحة.



الشكل رقم (1): تطبيق جهاز المراقبة المقترح

يوضح الشكل (1) شبكتين LAN في موقع حيث توجد خمسة أجهزة يمكن إدارتها، يشرح هذا البحث تطبيق خدمات الأجهزة والمتعلق بتكوين مجموعة من الشبكات المحلية التي يمكنها توصيل جميع الأجهزة بمضيف شبكة محلية واحد بكفاءة عالية. لتنفيذ اتصال عنصر من شبكة محلية LAN إلى شبكة لاسلكية عريضة WAN سيتم النظر في مدى جودة واجهة بيانات شبكة WLAN مع تنسيقات WANS.

يتمثل أحد الاهتمامات الرئيسية لنظام WLAN في عدد شبكات WLAN المنتشرة في موقعك. من المرغوب فيه تقليل عدد شبكات WLAN في الموقع إلى الحد الأدنى، حيث أن التعقيد في اتصال WLAN إلى نظام WAN. هذا سوف يقلل من تكلفة النظام لأن نظام WAN يعتبر ذو تكلفة عالية. تقليل عدد شبكات WLAN يرتبط مباشرة بسعة نطاق الإرسال ونطاقه. ومن المتوقع أن تكون البيانات التي يتم نقلها على الشبكة منخفضة حتى لا يكون للسعة المتاحة تأثير قوي في تطبيق مراقبة الجهاز الأولي. من ناحية أخرى، يعتبر للنطاق دور كبير لأن الأجهزة في موقع ما تكون مفصولة بمسافات كبيرة [4].

تعتبر القابلية للتطوير عنصر اهتمام للاستخدام المستقبلي لتطبيق خدمات الأجهزة. العوامل الثلاثة السابقة، القدرات والمدى ومعدلات البيانات، هي عوامل رئيسية ينبغي النظر فيها، قابلية النظام للتوسعات المستقبلية، يجب أن يكون تطبيق خدمات الأجهزة قادرة على نقل المزيد من البيانات إذا كان ذلك مطلوبًا. يجب أيضًا أن يكون سلسًا لإضافة جهاز فيه نطاق المضيف الذي يمكنه الاتصال بجهاز مضيف حالي دون الحاجة إلى إضافة جهاز مضيف جديد للتعامل مع الجهاز الجديد. هذه التوسعات المحتملة للنظام يجب أن تكون تستوعب بروتوكول WLAN الذي تم اختياره لتنفيذ النظام [5].

نظرًا لوجود تطبيق خدمات الجهاز تم تطويره باستخدام بروتوكول موجود، فإنه لا حاجة لتطوير شرائح جديدة لتشغيل الجهاز باستخدام البروتوكول المختار، استخدام الشرائح الحالية سيكون أكثر تكلفة وفعالية الوقت. وهذا يتطلب مقارنة بين ما تم تطويره من الاجزاء الصلبة لتشغيل الأجهزة وقدرات هذه الأجهزة المتقدمة.

### استعراض بروتوكولات المرشح

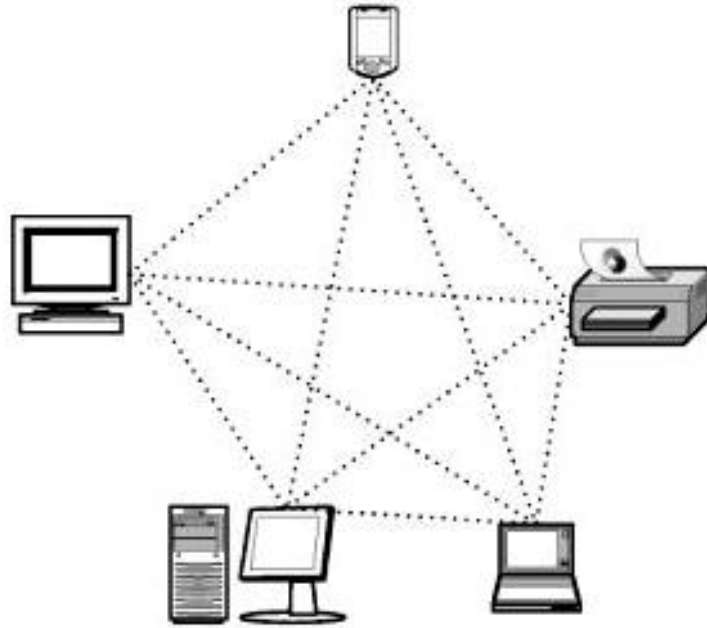
#### 2.1 البلوتوث Bluetooth

بدأ تطوير بروتوكول البلوتوث اللاسلكي في عام 1998 عندما قامت مجموعة من الشركات لتشكيل مجموعة اهتمام خاصة تهدف إلى تطوير واجهة لاسلكية لربط الجهاز وضعت من قبل العديد من المصنوعات. تم اتخاذ قرار لاستخدام النطاق [GHZ] 2.4 الصناعية - العلمية الطبية لأن هذا النطاق لا يحتاج الى الترخيص في جميع أنحاء العالم [6]، أي ان النظام يمكن

استخدامه. يسمح استخدام هذا النطاق لبروتوكول البلوتوث بإمكانية أن يصبح معيارياً حول العالم لتوصيل الأجهزة معاً لاسلكياً.

## 2.2 شبكة المنزل HomeRF

إن استخدام هذا النطاق يشغل جهاز Home RF كما يبينه الشكل (2) بروتوكول ويمكن أن تعمل في جميع أنحاء العالم، أيضاً بشكل مماثل لبلوتوث، تستخدم شبكة المنزل RF تقنية الاتصالات FHSS لتقليل آثار التدخل في هذا الجزء من الطيف، تتكون طبولوجيا شبكة بروتوكول Home RF من أربعة أنواع من العقد: Control النقطة، محطات الصوت، عقد البيانات، ونقاط الصوت والبيانات، نقطة التحكم هي بوابة لشبكة الهاتف العامة (PSTN) وشبكة الإنترنت، وهي أيضاً مسؤولة عن إدارة الطاقة للشبكة، يتواصل جهاز الصوت مع نقطة التحكم عن طريق الصوت فقط، تتصل عقدة البيانات بنقطة التحكم والبيانات الأخرى بالعقد، وأخيراً، تعد عقدة الصوت والبيانات مزيجاً من العقدتين السابقتين [10].



الشكل رقم (2): شبكة HomeRF

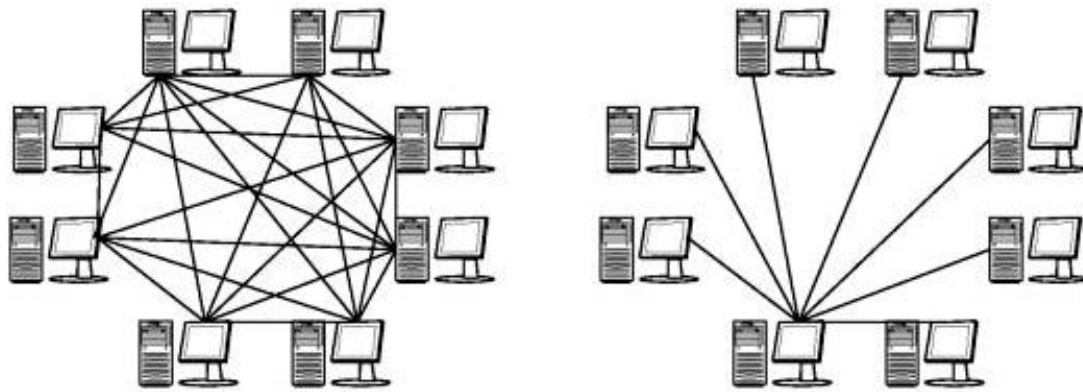
باستخدام طبولوجيا الشبكة أعلاه، ليس هناك حد أقصى محدد من العقد التي يمكن توصيلها بشبكة واحدة، إن عدد العقد المتصلة محدود فقط من خلال قدرة الشبكة، يجب على مطور الشبكة موازنة عدد العقد والسعة يمكن تحقيقها، معدلات البيانات للشبكة هي  $0.8$  و  $1.6$  [M byte/s] للعقدة، حجم الشبكة محدود أيضاً بنطاق الإرسال الخاص بالأجهزة التي يبلغ الحد الأقصى لها  $50$  [m]، هذا يعني أن أي جهاز يجب أن يكون في حدود  $50$  [m] من جهاز آخر في الشبكة للحفاظ على اتصال، مواصفات آخر شبكة RF المنزلية هي أن تشفير مفتاح المشاركة يستخدم لتحديد نمط القفزة والحفاظ على الأمن، أيضاً، يتم استخدام معرف شبكة  $24$  [bit] لمنع اثنين من RF شبكات المنزل شبكات من التواصل، تم تطوير شبكة المنزل RF كبروتوكول منخفض التكلفة بحيث يمكن استخدامها في العديد من المنازل في جميع أنحاء العالم، شبكة المنزل RF تشمل أيضاً العديد من الإيجابية الأخرى الصفات بما في ذلك: الطاقة المنخفضة والمجموعة الجيدة والأمن واثنين من أنواع طبولوجيا الشبكة والقدرة على توصيل العديد من العقد.

الآليات:

يوفر بروتوكول 802.11 كما هو مبين في الشكل (3) طبولوجيا الشبكة وصولاً مختلفاً إلى القناة وظيفية التنسيق الموزعة (DCF) والنفذ المتحكم به مركزياً آلية (CCAM)، عندما يعمل جهاز 802.11 MAC في وضع DCF، يكون بعد RTS

و CTS تم إرساله ، ينتظر MAC لفترة محددة من الوقت، ومراقبة القناة، وإذا تبقى القناة غير نشطة لهذه الفترة الزمنية، يبدأ الجهاز في إرسال البيانات، عندما يستلم الجهاز المستهدف البيانات، فإنه يستجيب بإشعار جهاز الإرسال الذي تم تلقي البيانات، إذا لم يتلقى جهاز الإرسال الإقرار، يدخل في فترة التراجع وإعادة إرسال البيانات، مرة أخرى هناك الحد الأقصى لعدد مرات إعادة المحاولة لعدد محاولات إرسال البيانات.

عندما يعمل MAC في وضع CGAM، يتم التحكم في الوصول إلى القناة من خلال تقنية الاقتراع، على غرار بلوتوث، في هذا الوضع، يوجد جهاز مركزي، تسمى نقطة الوصول (AP)، تستقضي AP بشكل دوري الأجهزة المتصلة على الشبكة للبيانات، تعمل نقطة الوصول أيضًا كموجه لتوجيه البيانات من وإلى الأجهزة الموجودة على الشبكة، يستخدم وضع الشبكة هذا فترة خالية من التنافس، حيث تتحكم AP فيها بشكل كامل الوصول إلى القناة وفترة التنافس، حيث يمكن للأجهزة محاولة الوصول إلى قناة في نفس العربة مثل وضع DCF، بعد فترة التنافس، يستعيد AP السيطرة على القناة من خلال إشارة منارة وتبدأ فترة خالية من التنافس.



الشكل رقم (3) :

يتعامل بروتوكول 802.11 MAC الذي تم شرحه سابقاً مع الوصول إلى قنوات أخرى أجهزة 802.11، ولكن حيث ان بروتوكول 802.11 يعمل في النطاق الترددي ISM 2.4 [GHZ] هناك العديد من الأجهزة الأخرى تحاول الوصول إلى القناة، لذلك، يجب أن يحدد معيار 802.11 بروتوكول إدارة MAC، يجب أولاً أن يكون لجهاز 802.11 آلية لاتخاذ القرار ما إذا كانت الإشارة مستلمة من جهاز 802.11 آخر، يتم هذا من خلال مصادقة الجهاز.

منذ تطوير معايير WLAN802.11، كان هناك ثلاثة معايير مختلفة التقدم في استخدام الطبقات المادية، تتضمن السلف 802.11 a و 802.11 b وبمعيار 802.11 g. تعمل هذه الامتدادات من معيار 802.11 الأصلي باستخدام نفس MAC البروتوكولات وطبقة واجهة واحدة، لذلك، فإن مزايا واجهة تعادل إلى شبكة LAN ويتم الحفاظ على MAC عالي الكفاءة.

### 2.3.1 المعيار 802.11 a

بعد فترة وجيزة من تطوير معيار 802.11، وافقت اللجنة التنفيذية IEEE 802 على تطوير بروتوكولين 802.11 لتقديم معدلات بيانات أعلى، الأول من هذه المعايير، على الرغم من أنها كانت الثانية التي أصبحت معياراً، كانت بروتوكول a 802.11، كما ذكر سابقاً تم تطوير هذا المعيار لتقديم أعلى معدلات البيانات في الطبقة المادية مع الحفاظ على جميع الطبقات الأخرى من بروتوكول 802.11 دون تغيير، الفرق الرئيسي بين 802.11 a و 802.11 هو أن معيار IEEE 802.11 a يعمل في النطاق المعفي من الترخيص البالغ [5 GHz]، ميزة استخدام هذا النطاق الترددي هي أقل تعمل الأجهزة باستخدام نطاق التردد هذا، لذلك، سيكون هناك تشويش أقل من ذلك بكثير، ومن عيوب التشغيل على تردد

أعلى أن الإشارة لا تستطيع المسير عبر الجدران والعوائق الأخرى كذلك، هذا يحد كفاءة معيار 802.11 a في توصيل الأجهزة في غرفة واحدة أو في الهواء الطلق.

### 2.3.2 المعيار 802.11 b

المعيار الثاني هو معيار 802.11 b. وهو معيار لديه المزيد من أوجه التشابه مع معيار 802.11 من خلال الحفاظ على نفس MAC وواجهة جنباً إلى جنب مع استخدام نفس نطاق التردد [GHz] 2.4. تم الحصول على معدلات بيانات أعلى باستخدام DSSS عالي المعدل (تقنية HR / DSSS)، تشبه هذه التقنية DSSS التي استخدمها 802.11 ، ولكن تم زيادة معدلات لنقل البيانات أيضاً إلى [Mbit/s] 5.5 و 11 ، ارتفاع معدلات البيانات يتحقق من خلال العمل مع تقنية التعديل المحسنة.

### 2.3.3 المعيار 802.11 g

في عام 2001، سمحت لجنة الاتصالات الفيدرالية (FCC) بتقنيات تشكيل جديدة. جعل هذا التشكيل التقنيات المتاحة تسمح IEEE لتمديد معيار 802.11 b. معيار 802.11 g تم إصداره في عام 2002 من قبل IEEE ، وتحديد معدلات بيانات جديدة تصل إلى [Mbit/s] 54 ، مرة أخرى، لم يكن هناك تغيير على MAC وطبقات واجهة المعيار 802.11 مع نطاق التردد المتبقي في النطاق [GHz] 2.4. تعمل معايير 802.11 g بمعدلات بيانات تصل إلى [Mbit/s] 54 في استخدام نفس DSSS وتقنيات FHSS كما في معايير 802.11 و 802.11 b . هذا يحافظ على التوافق مع هذين المعيارين.

### 2.4 النطاقات فوق العريضة Ultrawideband

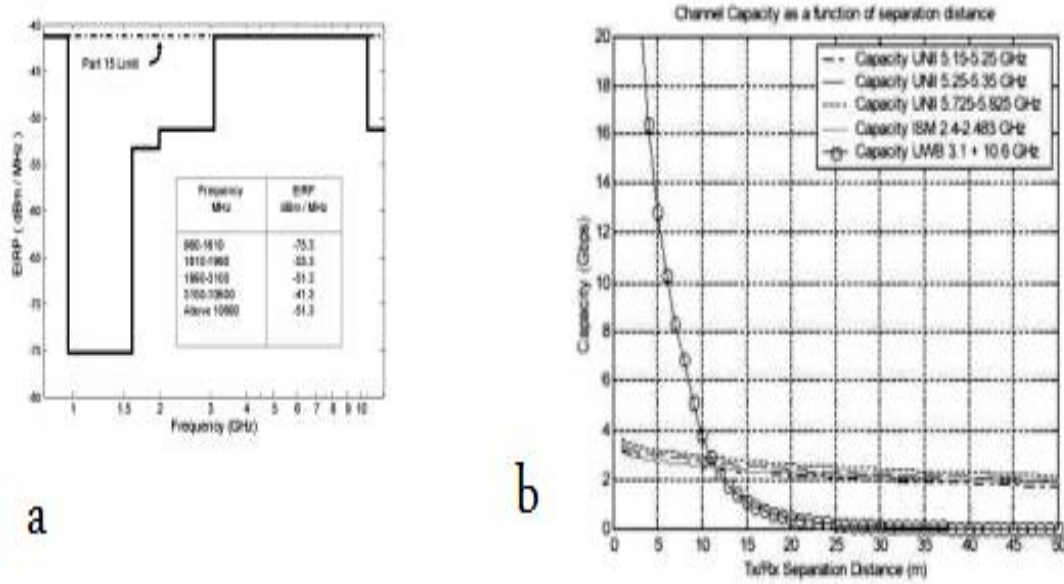
خلال تطوير بروتوكولات الاتصالات اللاسلكية كانت هناك رغبة في تطوير بروتوكول يمكنه التعامل مع جميع أنواع الاتصالات في المنزل والمكتب والنقاط العامة الساخنة، وهذا يشمل الاتصالات الصوتية والفيديو والبيانات، في البروتوكولات السابقة التي تمت مناقشتها تبين أن لديها القدرة على التعامل مع الصوت إلى حد ما، ولكن أياً من البروتوكولات لديها معدلات بيانات عالية بما فيه الكفاية للتعامل مع بيانات الفيديو بكفاءة، أدخل في النطاق الفائق العرض. هذا البروتوكول سمح مؤخراً باستخدامه من قبل لجنة الاتصالات الفيدرالية في عام 2002، هذا البروتوكول تم تطويره مع نية توصيل كل جهاز في المنزل أو المكتب لاسلكياً، يقترح التعامل مع معدلات البيانات تصل إلى [Mbit/s] 500 ، وهي عالية بما يكفي للتعامل مع الفيديو عالي الجودة، في عام 2003، تم تطوير مجموعة مهمة لاختيار أفضل بروتوكول وأصبح معيار ultrawideband، حالياً قرار البروتوكول الأكثر ملاءمة لم يتم اختياره، هناك طريقتان محتملتان يمكن استخدامهما لنقل البيانات بهذه المعدلات العالية للبيانات، وكانت المناهج التالية لـ IEEE.

النهج الأول هو نقل نبضات النطاق الأساسي الضيقة التي تشغل مساحة كبيرة جداً من الطيف، باستخدام هذا النهج، يمكن تطوير أجهزة بسيطة وغير مكلفة لتشغيل البروتوكول، هذا لأن الأجهزة لن تكون مطلوبة لإلغاء تشكيل إشارة، يمكن أن تتلقى الأجهزة إشارة رقمية وتبدأ المعالجة.

النهج الثاني هو تقسيم طيف كبير إلى عدة عروض نطاق أصغر، يشار إليها باسم من أجل تغطية طيف أضيق، يتم إرسال نبضة أوسع إلى تغطية الطيف المخصص، يتطلب هذا النوع من البروتوكول أجهزة أكثر تعقيداً للتعديل ولكن لديه المزيد من المناعة ضد الضوضاء.

يجب أن يأتي الطيف الكبير جداً مع بعض القيود على طاقة النقل لتجنبها التداخل مع الأجهزة اللاسلكية الأخرى، إشارة نطاق ultrawideband هي التي يبلغ -10 [db] يتجاوز عرض النطاق الترددي 20% من تردده المركزي أو [MHz] 500

، أيهما أصغر، [11] أيضا هناك قيود على قدرة الإرسال القصوى على جميع الترددات في الطيف، يمكن ملاحظته في الشكل(4).



الشكل رقم (4):

a- تسمح لجنة الاتصالات الفيدرالية بنقل القدرة عبر مدى التردد

b- السعة مقابل مدى الإرسال من أجل بروتوكولات لاسلكية مختلفة [9]

قدرات ultrawideband ليست بلا نهاية، يمكن أن يحقق Ultrawideband البيانات معدلات تتراوح بين [100 Mbit/s] - 500 ، ولكن هذه معدلات البيانات لا يمكن أن يتحقق إلا مع يتراوح انتقال من [2-10 m] ، يظهر في الشكل(4) أن نطاق الموجات فوق الصوتية يمكن أن يحقق قدرة أعلى بمرات عديدة من البروتوكولات اللاسلكية الأخرى عندما يكون نطاق الإرسال أقل من [12 m] ، بمجرد أن يصل نطاق الإرسال إلى [12 m] ، تبدأ البروتوكولات اللاسلكية الأخرى حيث لديها قدرات أعلى.

### 3.1 المقارنات

#### 3.1.1 طوبولوجيا الشبكة

كل من البروتوكولات التي نوقشت سابقا لديها نوع مختلف من طوبولوجيا الشبكة المتاحة، بلوتوث هو البروتوكول الذي يستخدم بدقة تقنية الاقتراع حيث الاستطلاعات الرئيسية تصل إلى سبعة أجهزة من التتابع، يسمح بلوتوث أيضاً لعدد أكبر من العقد التي سيتم توصيلها معاً من خلال استخدام scatternet، جميع البروتوكولات 802.11 و HomeRF استخدمت نوع مماثل من طوبولوجيا الشبكة، أنها توفر أكبر قدر من المرونة بين البروتوكولات، حيث يمكن تكوين الشبكة لاستخدامها إما شبكة حيث المضيف أو الرئيسي لديه سيطرة كاملة على الشبكة أو نوع مخصص من الشبكة، لم يتم وضع اللمسات الأخيرة على بروتوكول ultrawideband، لذلك ليس هناك طوبولوجيا شبكة محددة.

#### 3.1.2 السعة

تحدد السعة الحد الأقصى لمقدار البيانات التي يمكن أن توفرها شبكة WLAN نقلها عبر القناة، مما سيحد من كمية البيانات التي يمكن نقلها على الشبكة، يتميز البلوتوث بأدنى سعة، ولديه اختناقات يتم إنشاؤها في عقد جسر لمزيد من الحد من القدرات، بروتوكولات 802.11 و HomeRF لهما تقريبا نفس القدرات لأن معدلات البيانات الخاصة بهم متشابهة، 802.11 a و 802.11 b و 802.11 g و 802.11 تحسين قدرة بروتوكول 802.11، يمكن ل Ultrawideband معالجة أكبر كمية

من البيانات ويتم تحديدها بعدد محدد من الأجهزة التي يمكن توصيلها على الشبكة، تطبيق مراقبة الجهاز لا تتطلب نقل الكثير من البيانات على الشبكة بحيث يمكن لجميع هذه البروتوكولات التعامل معها ونقل البيانات على الشبكة.

### 3.1.3 المدى

هذا هو العامل الأول الذي يمكن أن تكون فيه عيوب بعض البروتوكولات حقيقية، تتمتع البلوتوث بالقدرة على نقل ما يصل إلى [m] 100 بقوة عالية، ولكن أثناء التشغيل المنتظم فإنه ينقل ما يصل إلى [m] 10 ، يمكن أن تنتقل HomeRF البيانات تصل إلى [m] 50 ، 802.11 يمكن أن تنقل بيانات تصل إلى [m] 50 في حين أن التمديد يمكن للبروتوكولات نقل ما يصل إلى [m] 100 ، ومع ذلك عندما تكون الإرسالات في الداخل، a 802.11 له عيوب من خلال التشغيل في النطاق [GHz] 5 ، حيث الإشارات اللاسلكية سوف تواجه صعوبة أكبر في التنقل عبر الجدران، هذا يحد بشكل كبير من نطاق a 802.11 الأجهزة في الداخل إلى غرفة واحدة بحجم يصل إلى [m] 100 ، Ultrawideband يمكن أن تنقل البيانات من [m] 2-10 مع انخفاض كبير في معدل البيانات في أعلى النطاقات، بوضوح، أفضل نطاقات الإرسال هي Bluetooth في وضع الطاقة العالية و 802.11 امتدادات البروتوكول.

### 3.1.4 معدلات البيانات

من حيث معدلات البيانات، من الواضح أن بروتوكول ultrawideband يوفر أعلى بيانات معدلات تصل إلى [Mbit/s] 500 ، هذه معدلات البيانات هي أبعد من معدلات البيانات المطلوبة لتطبيق خدمات الأجهزة لأنه تم تطوير قدرة بروتوكول ultrawideband على نقل جميع أنواع حركة مرور البيانات، بما في ذلك الفيديو والصوت، تطبيق خدمات الأجهزة سيعمل فقط على نقل البيانات وحالياً سوف تكون كمية محدودة من البيانات، a 802.11 و g 802.11 تقدم معدلات بيانات تصل إلى [Mbit/s] 54 ، وهذا هو أيضاً أعلى من احتياجات تطبيق مراقبة الجهاز، يصل معدل b802.11 إلى معدلات بيانات إلى 11 ميغابت في الثانية في حين أن 802.11 لديه معدلات بيانات تصل إلى [Mbit/s] 2 ، وأخيراً، يوفر HomeRF معدلات بيانات أعلى يصل إلى 1.8 ميغابت في الثانية وبلوتوث لديه معدلات نقل بيانات تصل إلى [Mbit/s] 0.72 تقريباً، بلوتوث لديه أقل معدلات للبيانات ولكن يجب أن تظل عالية بما يكفي للتعامل مع جميع البيانات المرسله من الجهاز .

### 3.1.5 قابلية التوسع

قابلية التوسع هي عامل ينظر إلى القدرات المستقبلية للبروتوكول من حيث القدرة والنطاق ومعدلات البيانات، جميع البروتوكولات لديها معدلات بيانات عالية بما يكفي للتعامل مع قدر أكبر من البيانات، يعتبر نطاق الموجات فوق الصوتية هو الأكثر تحديداً من حيث قابلية تطويره، لديه معدل بيانات كافية للتوسع للتعامل مع كمية كبيرة جداً للبيانات، لكن نطاق الإرسال القصير للأجهزة لن يكون كافياً للإضافة أجهزة WLAN في تطبيق خدمات الأجهزة، من المرجح أن تكون الأجهزة مستمرة لتكون بعيدة جداً، لذلك لن يكون لـ ultrawideband القدرة على نطاق جيد لعدد من الأجهزة.

### 3.1.7 الموثوقية

لا شيء من البروتوكولات يكون محصناً تماماً ضد الضوضاء والتداخل، ولكنهم جميعاً يستخدمون تقنيات الكشف عن الأخطاء والتصحيح لتجنب أي البيانات انخفض، بلوتوث قادرة على التعامل مع التداخل بسبب استخدام FHSS ، كما يستخدم نظام MAC على غرار الاقتراع لتجنب الاصطدامات بين الأجهزة الأخرى على نفس الشبكة، تستخدم HomeRF أيضاً FHSS للتداخل المناعة ويستخدم نمط MAC CSMA / CA لتقليل الاصطدامات بين المتصلين الأجهزة على الشبكة، تستخدم البروتوكولات FHSS802.11 و DSSS لتجنب التداخل نطاق التردد ويستخدمون نمط MAC CSMA / CA 802.11a لديه إضافة ميزة أنه يعمل في النمط [MHz] 5 ، وهو أقل ازدحاماً.

### 5.1.8 الأمان

تقدم جميع البروتوكولات التي تمت مناقشتها ميزة أمان، كل من البروتوكولات لديه الأمان المتأصل باستخدام FHSS أو DSSS، وكلها تقدم أيضًا تقنية تشفير لأمان أكبر.

### 3.2 المناقشة

مراقبة مزايا وعيوب كل من البروتوكولات، عدد قليل من العوامل يأخذ الوزن الأكبر في القرار، هذه العوامل هي: طوبولوجيا الشبكة وقابلية التوسع، هذه العوامل تدل على أكبر الفروق بين مختلف البروتوكولات. ، يمكن لجميع البروتوكولات أن تعمل بشكل جيد، وقد تم تطوير بروتوكولات لاحتياجاتهم الخاصة وأنها قادرة على ملء هذه الاحتياجات جيدًا، عند استخدام المنتجات التي تم تطويرها مسبقًا.

إن تطبيق المراقبة أثناء البحث على الإنترنت لم تكن هناك أجهزة متوفرة باستخدام HomeRF، وعند البحث عن أنظمة الشبكات المتاحة ، هناك العديد من الشركات التي طورت أجهزة Bluetooth وتقنية 802.11 a و 802.11 b و 802.11 g ، تحتوي بروتوكولات Bluetooth 802.11 a و 802.11 b و 802.11 g على منتجات جاهزة متاحة للتنفيذ في شبكة محلية لاسلكية.

أما تقنية البلوتوث فهي قادرة على العمل بصورة مماثلة لـ 802.11 ، كل من هذه الشبكات مصممة للاستخدام نفس العناصر للاتصال بالشبكة، هذا الاختلاف الأساسي لايفرق بين بروتوكولات تمديد 802.11 أو البلوتوث كحل أفضل لتطبيق خدمات الأجهزة، عند النظر عن كثر في البروتوكولات، هناك عنصران يميزان البروتوكولين، وهما نطاق الإرسال وقابلية التوسع، كما هو موضح سابقاً لا تنفذ أجهزة Bluetooth المتاحة وضع الطاقة العالية و scatternets، مع هذه المواصفات المحدودة، بلوتوث ليست كذلك سيكون لدينا مجموعة طويلة بما يكفي لتوصيل العديد من الأجهزة معًا.

### المقارنة والقرار

يوضح الجدولين 1 و 2 الخصائص المتعلقة ببروتوكولات Bluetooth، HomeRF، و 802.11، و 802.11 a و 802.11 b و 802.11 g. تم استخدام البيانات من هذا الجدول لاتخاذ القرار النهائي بشأن استخدام أي بروتوكول يناسب احتياجات تطبيق خدمات الأجهزة.

كما نكر اعلاه، هناك العديد من العوامل التي يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار عند اتخاذ قرار حول أفضل بروتوكول للاستخدام، كل عامل يؤدي إلى مزايا وعيوب كل منها سيتم مقارنة البروتوكول، بمجرد مقارنة المزايا والعيوب، يجب الموازنة بين العوامل لاتخاذ القرار النهائي.



الجدول رقم (1): مقارنة بروتوكول 1

Characteristic	802.11	802.11a	802.11b	802.11g
Operational Spectrum	2.4 - 2.4835 GHz	5.15 - 5.35 GHz, 5.725 - 5.825 GHz	2.4 - 2.4835 GHz	2.4 - 2.4835 GHz
Bandwidth	83.5 Mhz	300 Mhz	83.5 Mhz	83.5 Mhz
Modulation Type	1, 2 Mbps DSSS, 1, 2 Mbps FHSS	6, 9 Mbps BPSK, 12, 18 Mbps QPSK, 24, 26 Mbps 16- QAM, 48, 54 Mbps 64-QAM	1 Mbps DBPSK, 2 Mbps DBPSK, 5.5, 11 Mbps DQPSK/CCK	OFDM/CCK, OFDM, DQPSK/CCK, DQPSK, DBPSK
Channel Access	CSMA/CA with RTS/CTS	OFDM	CSMA/CA with RTS/CTS	CSMA/CA with RTS/CTS and OFDM
Data Rates	1, 2 Mbps	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps	1, 2, 5.5, 11 Mbps	1, 2, 5.5, 6, 9, 11, 12, 22, 24, 33, 36, 54 Mbps
Data Traffic	TCP/IP	TCP/IP	TCP/IP	TCP/IP
Range	50 m	100 m	100 m	100 m
Error Robustness	CRC/ARQ Type II	CRC/ARQ Type II	CRC/ARQ Type II	CRC/ARQ Type II
Security	YES	YES	YES	YES
Communications Topology	Peer-to-Peer, MS-to-BS	Peer-to-Peer, MS-to-BS	Peer-to-Peer, MS-to-BS	Peer-to-Peer, MS-to-BS
Vender Stability	N/A	Very Good	Very Good	Very Good
Device Scalability	Low	Very Good	Very Good	Very Good
Data Scalability	OK	Very Good	Good	Very Good
Transmit Power	NA	NA	NA	NA
Energy Conservation	Directory Based	Directory Based	Directory Based	Directory Based
Capital Cost	N/A	Access Point: ≥\$190 Adapter: ≥\$66 Chipset: N/A	Access Point: ≥\$50 Adapter: ≥\$20 Chipset: N/A	Access Point: ≥\$80 Adapter: ~\$36 Chipset: N/A
Operational Cost	None	None	None	None

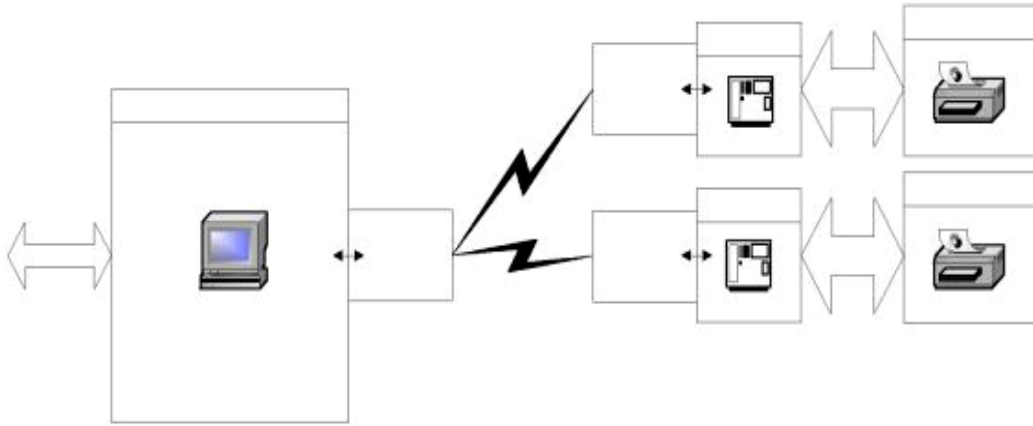
## الجدول رقم (2): مقارنة بروتوكول 2

Characteristic	Bluetooth	HomeRF	Ultrawideband
Operational Spectrum	2.402 - 2.480 GHz	2.404 - 2.478 GHz	Full Spectrum
Bandwidth	78 MHz	74 MHz	Physically Limited
Modulation Type	FHSS (1600 Hops/sec), GFSK	FHSS (50 Hops/sec), 2-FSK, 4-FSK	Pulse Modulation Technique
Channel Access	Master-Slave Polling	CSMA/CA and TDMA	N/A
Data Rates	.721 Mbps Peak	.8, 1.8 Mbps	100 – 500 Mbps
Data Traffic	PPP	TCP/IP	N/A
Range	Regular – 10 m High Power – 100 m	50 m	2-10 m
Error Robustness	1/3 rate FEC, 2/3 rate FEC, ARQ Type 1	CRC/ARQ Type I	N/A
Security	YES	YES	N/A
Communications Topology	Peer-to-Peer, Master-to-Slave	Peer-to-Peer, MS-to-BS	N/A
Vender Stability	Very Good	N/A	N/A
Device Scalability	Currently Very Low	Good	Very Low
Data Scalability	Low	OK	Very Good
Transmit Power	NA	100 mW	200-300 mW
Energy Conservation	Yes	Directory Based	N/A
Capital Cost	Adapter: ~\$30 Chipset: Under \$4 in Bulk	N/A	N/A
Operational Cost	None	N/A	N/A

## التصميم

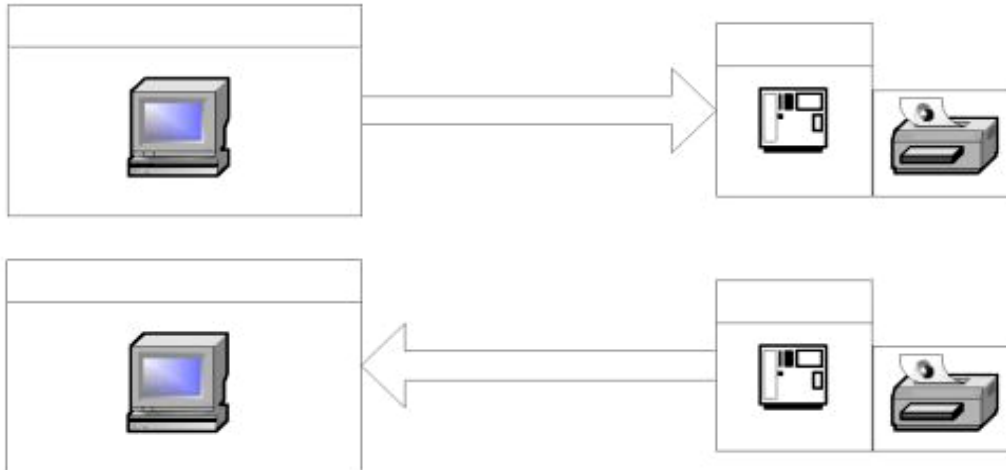
## 4.1 تصميم النظام والاتصالات

ذكرنا في سابقاً أنه تم تصميم العديد من الأجهزة المختلفة باستخدام 802.11 b. يتم تصميم هذه الأنظمة عادةً للاستخدام في بيئة حيث مجموعة من أجهزة الكمبيوتر في المنزل أو المكتب يجب أن تكون متصلة ببعضها البعض على شبكة محلية لاسلكية (WLAN) [7]. وبالتالي، كما ذكر سابقاً، تم تصميم بروتوكول 802.11 b لاستخدام TCP / IP لتوجيه مجال الاتصالات، يتم استخدام بروتوكول TCP / IP في جميع الشبكات السلكية لتوجيه الشبكة، لا يتطلب تصميم نظام باستخدام 802.11 أي تحويل من TCP / IP إلى بروتوكول توجيه آخر عند التفاعل بين شبكة سلكية وشبكة لاسلكية. كما ويوضح الشكل (5) رسم تخطيطي للتصميم عالي المستوى باستخدام TCP / IP.



الشكل رقم (5): تصميم الأجهزة عالية المستوى

سيتم إرفاق محولات الشبكة بالأجهزة من خلال جهاز الخادم، هذا الجهاز الخادم يجب أن يكون قادر على التعامل مع الاقتراع من البيانات من جهاز العميل ونقل البيانات إلى نقطة الوصول اللاسلكية عند الرغبة، الواجهة بين الخادم والهدف يتم التعامل مع الأجهزة من قبل مجموعة منفصلة مع الشركة الداعمة، لذلك هذا التصميم سوف يكون مهتم بالواجهة بين جهاز الخادم وجهاز العميل، لنقل البيانات من جهاز الخادم إلى الكمبيوتر المضيف، تقنية أسلوب الاقتراع حسب الشكل (6).



الشكل رقم (6): نظام نقل بيانات خدمات الأجهزة

يوضح الشكل (7) تقنية نقل البيانات التي سيتم استخدامها لنظام مراقبة الاجهزة، ستنحكم أجهزة 802.11b المضمنة في الوصول إلى القناة وتحويل البيانات الخاصة بالإرسال اللاسلكي كما هو محدد في معيار بروتوكول 802.11 b، يحتاج النظام ليتم تصميمه بحيث لا تكون هناك حاجة لتدخل المستخدم في نهاية الخادم، لذلك، يجب أن تحدث السيطرة على النظام على جهاز العميل، وذلك باستخدام تدخل المستخدم عندما تكون البيانات مطلوبة أو استخدام إجراء جدولة لبدء الاستطلاع، لم تكن واجهة نقل البيانات بين جهاز الخادم والجهاز المستهدف محددة [8].

#### 4.2 تخطيط النظام في مبنى

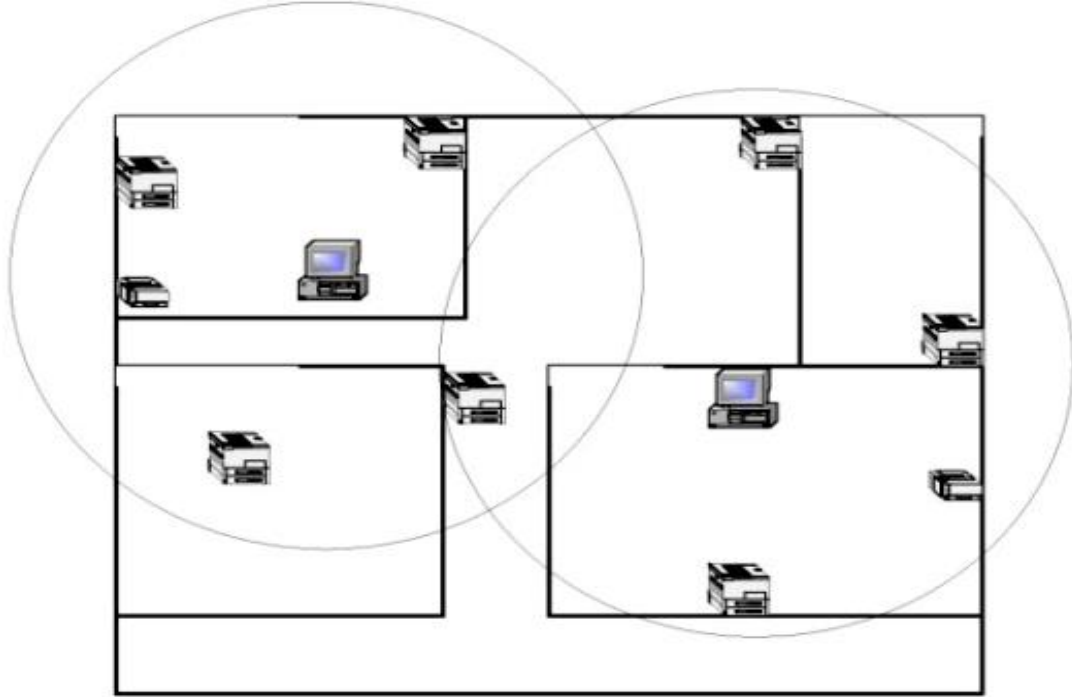
لجعل نظام خدمات الجهاز فعالاً، شبكة WLAN يجب أن يتم وضعها بطريقة تُستخدم فيها الأجهزة العملية بأقصى كفاءة ممكنة، سيتطلب ذلك معرفة موقع الأجهزة، عندما تكون أجهزة الكمبيوتر المضيئة إلى موقع ما، يجب أن يتم وضعها بأكثر قدر ممكن من الكفاءة، هذا يعنأنه في موقع واحد يجب وضع عدد أقل من أجهزة العميل لتكون قادرة على استيعاب جميع أجهزة الخادم بأقل عدد من شبكات WLAN التي تم إنشاؤها، عندما يتم وضع أجهزة العميل في موقع، فإنه يبدو أن تكون

مشابهة لنظام خلوي، في الداخل، يمكن لجهاز يعمل ببروتوكول 802.11 b تحقيق حوالي 50 متر بسبب التداخل الإضافي الذي تطرحه الجدران والأجهزة الأخرى التي تعمل نفس نطاق التردد، لهذا السبب [6]، لا يمكن توقع وجود جهاز واحد b 802.11 الاتصال بجهاز العميل لن يكون قادرًا على الاتصال بكل جهاز في موقع أوحى طابق من مبنى كبير، يعرض الشكل (7) مثالاً لشبكتين تربطان جميع الأجهزة على الإشارة أرضية، لاحظ أن موضع أجهزة العميل يقع بين عدد من الأجهزة، يؤدي الحفاظ على أجهزة العميل في وسط مجموعة من الأجهزة إلى زيادة نطاق ذلك المتاحة من جهاز العميل. ملاحظة: يجب توصيل جهاز الخادم بجميع الأجهزة لإنشاء نظام مراقبة الأجهزة.

### 4.3 تطوير البرمجيات

تم تطوير البرنامج لاختبار الفرضيات، العمل مع تطبيق مراقبة الاجهزة في الشبكات اللاسلكية المحلية، تم تطوير البرنامج باستخدام لغة برمجة Java في بيئة التطوير Eclipse، لغة برمجة Java مستخدمة بشكل شائع للإنترنت، تم إجراء الاتصالات اتصال Java المقبس المستخدم بشكل شائع لنقل البيانات عبر TCP/IP [9]، البرنامج لا يعتمد على الأجهزة، حيث تتم الاتصالات باستخدام بروتوكول يعرف من قبل الجهاز الأصلي.

تقوم الأجهزة بتشغيل MAC والطبقات المادية من البروتوكول عند تنفيذها في تطبيق WLAN.



الشكل رقم (7): وضع أجهزة الكمبيوتر المضيفة

الشرط الوحيد هو أن يتم تكوين الأجهزة بشكل صحيح عند تثبيت برامج التشغيل، تم تطوير البرنامج لتنفيذ خطوات الاتصالات الموضحة في الشكل (7). يوضح هذا الشكل الخطوات التي يجب اتباعها لإنشاء اتصال بين العميل والتابع والأجهزة المستهدفة، خطوات الاتصال هذه تسمح للعميل والخادم لإنشاء اتصال يمكن الحفاظ عليه لأجل غير مسمى، بمجرد اتصال تم إنشاؤه، يمكن لجهاز العميل استقصاء الملقم للبيانات كما يطلبها المستخدم، الجهاز العميل يوفر طريقة لإنهاء الاتصال، والتي بدأها تدخل المستخدم.

النتائج المستخلصة:

1- تم تطوير نظام شبكة محلية لاسلكية للاستخدام كتطبيق في مراقبة الأجهزة.

- 2- تم تحديد بروتوكول IEEE 802.11b ليكون أفضل بروتوكول لشبكة WLAN على أساس التكلفة والمجموعة، ومعدلات البيانات، والتواصل والطبولوجيا، ويعمل البروتوكول
- 802.11 b على جعل شبكات البيانات مباشرة بسبب استخدامها بروتوكول TCP / IP.
- 3- يمكن ربط الشبكة بسهولة مع الشبكات المحلية السلكية والشبكة اللاسلكية الواسعة.
- 4- تم استخدام البروتوكول 802.11 b لتصميم تكوين الأجهزة ليتثنى استخدامها في تطبيق مراقبة الجهاز. البروتوكول b 802.11 لديه معدلات نقل بيانات جيدة، بحيث يتم دمجها بشكل جيد في الموقع ويمكنه التعامل مع العديد من الأجهزة لتقليل تكاليف WAN.
- 5- لقد تم تطوير برنامج WAN الموازي لموقع مراقبة الأجهزة، يمكن دمج هذا الكود في تطبيق WLAN بطريقة مباشرة، ومن ثم يقوم البرنامج بتطبيق واجهة الاقتراح بين العميل والخادم والأجهزة المستهدفة.
- 6- يظهر هذا البرنامج أن الشبكة تكون مرنة لاستيعاب العديد من الحالات، ويتطلب البرنامج تطويرًا مستقبليًا عند دمج WAN وتطبيقات الشبكة المحلية معًا وعند إضافة الواجهة الفعلية بين جهاز الخادم وجهاز الهدف.
- المراجع العلمية :

- [1] “54 Mbps IEEE 802.11 Wireless LAN at 2.4GHz,” Intel Corporation, November, 2002.
- [2] Batra, A. et. al., “Project:IEEE P802.15 Working Group for Wireless Personal Area Networks  
(WPANs),” <<http://grouper.ieee.org/groups/802/15/>>
- [3] Batra, A., et. al., “Physical Layer Submission to 802.15 Task Group 3a: Time-Frequency Interleaved Orthogonal Frequency Division Multiplexing,” Texas Instruments, Inc., Dallas, Texas, 2003.
- [4] Chen, James C., “Measured Performance of 5-GHz 802.11a Wireless LAN Systems.” AtherosCommunications. Sunnyvale, CA. <[www.atheros.com](http://www.atheros.com)>.
- [5] Haartsen, Jaap C., Sven Mattisson. “Bluetooth—A New Low-Power Radio Interface Providing Short-Ranged Connectivity.” Proceedings of the IEEE October 2000: 1651–1661.
- [6] Heinzelman, W., Lecture Presentations from ECE 437, Wireless Communications, Electrical and Computer Engineering, University Of Rochester, 2003.
- [7] “High-Speed Wireless LAN Option 802.11a and 802.11g.” Wireless LAN Association. San Jose, CA. <[www.wlana.org](http://www.wlana.org)>.
- [8] “IEEE 802.11a White Paper.”  
<[http://www.vocal.com/data\\_sheets/ieee802.11a.html](http://www.vocal.com/data_sheets/ieee802.11a.html)>
- [9] “IEEE 802.11b White Paper.”  
<[http://www.vocal.com/data\\_sheets/ieee802.11b.html](http://www.vocal.com/data_sheets/ieee802.11b.html)>
- [10] Lansford, J., “HomeRFTM/SWAP: A Wireless Voice and Data System for the Home,” Intel Communications Architecture Labs, Hillsboro, Oregon, 2000

## دراسة خصائص معالجة الايبوكسي عن طريق المسح الحراري التفاضلي

د. م. صباح السباعي\*

( الإيداع: 31 كانون الثاني 2021، القبول: 24 آذار 2021 )

### الملخص

يستخدم المسح الحراري التفاضلي (DSC) بشكل واسع في دراسة خصائص معالجة الايبوكسي في النظم المختلفة درست في هذا البحث دراسة المصلبات ثنائية الأمين و الانهيدريد حيث حددت قيم حرارة التفاعل و درجة التزجج  $T_g$  كم تم وقيست طاقة التنشيط  $E_r$  للتفاعلات وتم دراسة تأثير نسبة الأمين إلى الايبوكسي  $r$  على حرارة التفاعل و الوزن الجزئي بين السلاسل MC فقد وجد ان أعلى قيمة لدرجة التزجج  $T_g$  وجدت عند  $r=1$  كما تم دراسة النهايات المتشكلة عن عملية المعالجة ودراسة تغير السعة الحرارية للبوليمير مع النسب الاستوكيومترية  $r$  وقد حددت المعطيات الحرارية للمصلبات المختلفة .

كلمات مفتاحية: ايبوكسي، مصلبات، مركبات أمينية، مسح حراري، حرارة تفاعل

\* قسم الهندسة الكيميائية، كلية الهندسة الكيميائية والبتروولية، جامعة البعث.

## Study of cure epoxy resin by differential scanning calorimetry

Dr.Sabah Sibai \*

(Received: 31 January 2021, Accepted: 24 March 2021)

### :Abstract

Differential Scanning Calorimetry (DSC) is used to study the curing behavior of epoxy systems. For non-catalyzed diamine-epoxy systems, the reaction enthalpy  $\Delta H$  and the glass transition temperature  $T_g$  are evaluated and related to the structure of the hardener. A method is developed to determine the activation energy. The effect of variations in the amine-to-epoxy ratio  $r$  on  $T_g$  is also examined. A maximum value is observed for  $r = 1$ . and the ends formed by the curing process have been studied, the change in the heat capacity of the polymer with the stoichiometric ratio  $r$  has been studied, and the thermal parameters of the differential scanning have been determined

Keywords: epoxy, hardeners, amine compounds, Thermal scanning, Reaction heat

---

\* Department of Chemical Engineering, Faculty of Chemical and Petroleum Engineering, Al-Baath University.

## 1. مقدمة

يستخدم الايبوكسي في العديد من التطبيقات بفضل خصائصه الميكانيكية العالية كما في القلوبة وفي التغليف وكمادة لاصقة وكطلاء للأسطح وكمواد رابطة للعديد من مواد التقوية مثل الألياف الزجاجية. يتم معالجة الايبوكسي السائل وتحويله إلى الشكل الصلب عن طريق معالجته بمصلب اميني او انهيدريد مناسب حيث يتم تشكيل روابط بينية بين السلاسل من خلال الحلقة الايبوكسيدية او الروابط الهيدروكسيلية

تتعلق خصائص الايبوكسي المصلب بشكل كبير ببنية الشبكة المتشكلة وكثافة الترابط الحاصل ضمن هذه الشبكة حيث تعتبر درجة التزجج للبوليمير من العوامل الهامة التي تعكس هذه البنية وبالتالي تأثيرها على الخصائص الميكانيكية والكيميائية للبوليمير المصلب

ترتبط درجة التزجج  $T_g$  بكثافة التشابك بين السلاسل Crosslink density حيث تزداد بازديادها من جهة ويؤدي أيضا إلى تقليل قابلية السلاسل للتحرك من جهة أخرى مما يؤدي إلى انخفاض تغير السعة الحرارية  $\nabla Cp$  للبوليمير عند درجة التزجج  $T_g$  وقد استطاع كل من Fox و Loshaek [1] اشتقاق معادلة تربط بين درجة التزجج والوزن الجزئي بين السلاسل حيث افتراضا ان الحجم النوعي للبوليمير تابع خطي للحرارة عند درجة حرارة التزجج وفق ما يلي :

$$T_g = T_{g\infty} + \frac{K_R}{M_C}$$

حيث  $T_{g\infty}$  درجة التزجج للبوليمير عند وزن لانهائي،  $K_R$  ثابت متعلق بطبيعة المادة  $M_C$  الوزن الجزئي ما بين السلاسل ، وقد قام Chompff [2] بتحسين المعادلة السابقة من خلال دراسة الشبكة كتابع ثلاثي الابعاد حيث اخذ بالحسبان نهايات السلاسل ونقاط التشابك و طول قطاعات السلسلة.

تم اعتماد في الكثير من التجارب على ايبوكسي BADGE بيس فينول A دي غلييسديل ايتر bisphenol A diglycidyl ether والذي تتراوح درجة بلمرته من 3 حتى 5

تتعلق درجة التشابك وتوزع السلاسل المتشابكة بشكل كبير على ستوكيومترية تفاعل التصلب والوظيفية المتعلقة بالمصلب والايوكسي ومن خلال ضبط هذه العوامل يمكن التحكم بكثافة التشابك الحاصل وتوزع التشابك ضمن الشبكة.

أظهرت الدراسات النظرية ان أعظم قيمة ل  $T_g$  يتم الحصول عليها من التكافؤ بالنسب الستوكيومترية للتفاعل وهذا السلوك قد تحقق مع عدد محدد من عوامل التصلب مثل DDM دي امينو دي فينيل ميثان و DETA دي ايتيلين تترامين [9] تم في هذا البحث دراسة درجة التزجج لمجموعة من عوامل التصلب ثنائية الأمين والانهيدريد حيث يظهر بشكل واضح أن درجة التزجج تعكس سير التفاعلات وتوضع الشبكة اثناء عملية المعالجة.

## 2. هدف البحث

دراسة عملية معالجة الايبوكسي وخصائص عملية المعالجة بواسطة جهاز المسح النفاذ الحراري وذلك بهدف تحديد تأثير العوامل المختلفة مثل استوكيومترية التفاعل [6] وبنية عامل التصلب وحرارة عملية التصلب وتأثيرها على خصائص الايبوكسي المصلب مثل درجة التزجج والسعة الحرارية

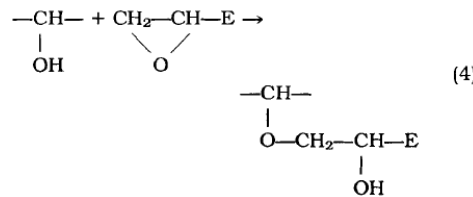
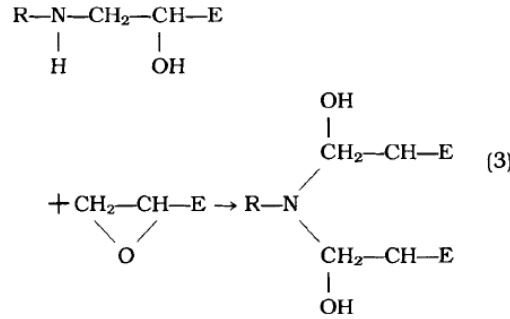
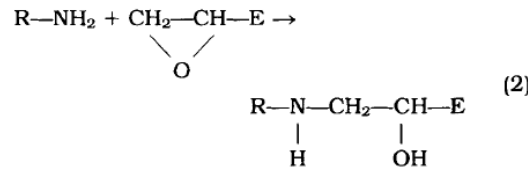
## 3. المواد والأجهزة المستخدمة بالتجارب

## 1.3. المواد المستعملة

المواد التي استخدمت في هذا البحث تم ذكرها في الجدول رقم (1)

الايوكسي المستخدم هو bisphenol A DER 332 من شركة DOW للكيمياء يتم تفاعل البلمرة لهذا الايبوكسي وفق التفاعلات الثلاثة التالية المحتملة:





وجد عدد كبير من الباحثين أن التفاعلين (2,3) هما التفاعلين الأكثر احتمالية في حين أن التفاعل الرابع يتعلق بوجود وسيط وستوكيومترية المواد المتفاعلة حيث أن ثلاثي الأمين المتشكل في التفاعل (3) [8] غير قادر على تحفيز التفاعل (4) نعرف ستوكيومترية التفاعل وفق ما يلي:

$$r = \frac{[A]}{[E]}$$

[A] التركيز المكافئ للعامل المصلب ، [E] التركيز المكافئ للأمين

### 2.3 الأجهزة المستعملة

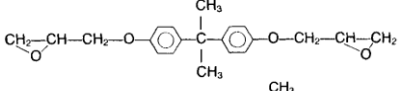
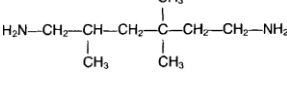
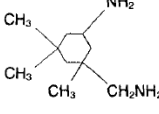
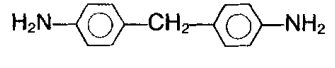
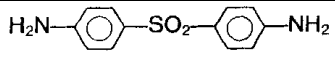
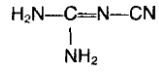
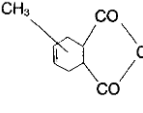
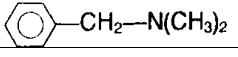
تم في هذا البحث استخدام جهاز DSC METER TA3000 حيث تم الاختبار عن طريق المسح الديناميكي على مرحلتين المرحلة الأولى تم التسخين بمعدل ثابت اللعينات الموجودة في الأقراص الخاصة بالجهاز حيث تم قياس الحرارة الناتجة عن التفاعل من خلال حساب المساحة أسفل منحنى DSC ، في المرحلة الثانية يتم تبريد العينات بشكل سريع وإعادة التسخين لقياس درجة حرارة التزجج  $T_g$

بالإضافة إلى تغير السعة الحرارية  $\nabla Cp$

كما تم استخدام جهاز Toyo Baldwin Rheoviblm Viscoelastic Meter وذلك بإجراء اختبارات DMA حيث تم الاختبار بمعدل تسخين  $1^\circ\text{C}.\text{min}^{-1}$  وذلك بهدف قياس الوزن الجزيئي بين السلاسل  $M_c$  وذلك عند درجة حرارة

$$T=T_g+50^\circ\text{C}$$

## الجدول رقم (1): المواد المستخدمة في التجارب

الاسم	الوزن الجزيئي	البنية	الوظيفية
( <i>bisphenol Diglycidyl ether DGEBA</i> )	342		2 OR 4
diamin hexamethylene Trimethyl (TMHMD)	158		4
Isophorone diamine (IPD)	170		4
4-4'-diamino diphenyl (DDM)	193		4
4-4'-diamino diphenyl sulfone (DDS)	248		4
Cyanoguanidine or Dicyandiamide (DDA)	84		4
Methyl tetra hydrophthalic anhydride (MTHPA)	166		2
Benzyl dimethylamine (BDMA)	135		وسيط

وذلك وفق العلاقة التالية :

$$M_C = \frac{3dRT}{E'}$$

بحيث أن d كثافة البوليمير عند الدرجة  $T_g + 50^\circ\text{C}$ ،  $E'$  معامل الاجهاد الديناميكي

#### 4. النتائج

##### 1.4 دراسة تأثير معدل التسخين q

عند إجراء تجارب المسح الديناميكي لا بد من أخذ بعض الافتراضات بعين الاعتبار

(1) حرارة التفاعل الناتجة عن التفاعل متناسبة طردياً مع عدد المولات المتفاعلة

(2) السعة الحرارية للمادة ثابتة أو متناسبة خطياً مع تغير الحرارة وتقدم التفاعل

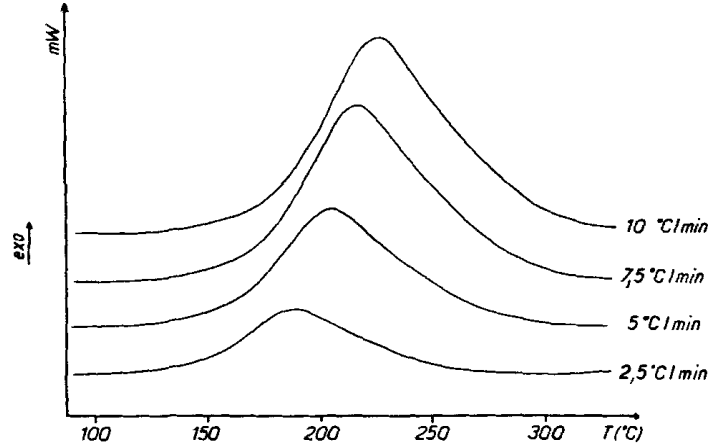
أظهرت نتائج المسح الديناميكي ان مدى التفاعل ضمن المنحني ثابتة وأن قمة المنحني تتعلق بمعدل التسخين [8] وقد وضع كسنجر العلاقة بين درجة حرارة قمة المنحني ومعدل التسخين وفق ما يلي:

$$\frac{d(\ln q / T_p^2)}{d(1/T_p)} = -\frac{E_a}{R}$$

حيث  $q$  معدل التسخين ،  $T_p$  درجة حرارة القمة في منحني DSC ومن خلال رسم منحني العلاقة بين  $\ln q$  و  $1/T_p$  سوف نحصل على خط مستقيم يمكن من خلال ميله حساب طاقة تنشيط التفاعل ، تم اجراء عملية المسح الحراري عند أربع معدلات تسخين وهي  $10/7/5/2.5$  °C.min<sup>-1</sup>

حيث تم الحصول على منحنيات المسح الديناميكي للمنظومة DGEBA/DDS الشكل (1) كما تم الحصول على المسح للمنظومة DGEBA/IPD الشكل (2) كما تم الحصول على المسح الديناميكي للمنظومة DGEBA/DDA الشكل (3)

بالنسبة لحالة المنظومة DGEBA/DDA تم المسح فقط عند معدل  $10$  °C.min<sup>-1</sup> لم يتم قياس  $H_t$  و  $T_p$  وذلك لأن درجة ذوبان DDA هو  $270$  °C وهو يقع ضمن منطقة التفاعل [11] نتائج المسح الديناميكي مدرجة في الجدول (2).



الشكل رقم (1): المسح الديناميكي لمنظومة DGEBA/DDS (r=1)

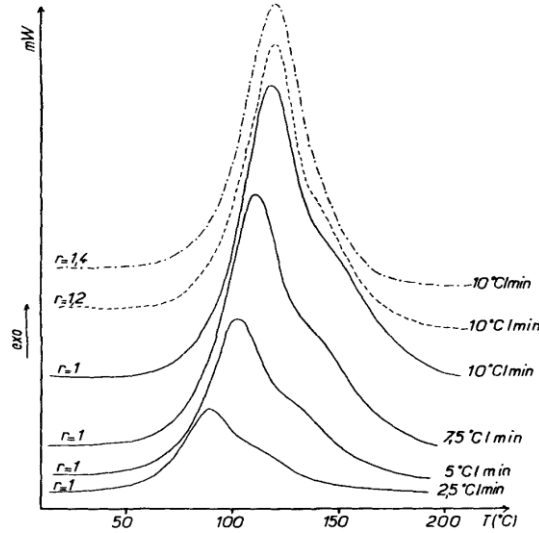
يمكن الملاحظة من الشكل (1) والشكل (2) والجدول (2) أن كلاً من  $T_p$  و  $T_1$  و  $T_2$  تزداد بازدياد معدل التسخين كما يمكن ملاحظة أن  $T_1$  تتغير بمعدل منخفض ويعتبر تحديد القيمة الصحيحة لها عاملاً مهماً لتقليل الانحرافات في دراسة حركية تفاعلات التصلب وحساب طاقة التنشيط [13]

في المنظومة DGEBA/DDS يمكن ملاحظة وجود قمة واحدة فقط في حين يلاحظ وجود قمة ثانية أصغر في منحنيات المنظومة DGEBA/IPD حيث وجد العديد من الباحثين أن القمة الأولى تنشأ عن تفاعل الحلقة الايبوكسيدية مع الأمين الاولي كما في التفاعل رقم (2) وذلك عند درجة حرارة الغرفة تقريباً أم القمة الثانية التي تظهر عند حرارة أعلى فهي ناتجة عن تفاعل الأمين الثنائي [12] التفاعل رقم (3)

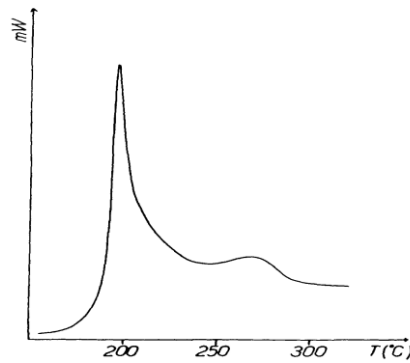
الجدول رقم (2): نتائج المسح الديناميكي عند نسبة الاستوكيومترية  $r = 1$

منظومة	$q$ ( $^{\circ}\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ )	$\nabla H_j/g$	$T_1^{\circ}\text{C}$	$T_p^{\circ}\text{C}$	$T_2^{\circ}\text{C}$	$\nabla Cp_{j/g.k}$	$T_g^{\circ}\text{C}$
DGEBA/IPD $r=1$	2.5	487	30	91	170	0.26	159
	5	474	38	104	190	0.27	160
	7.5	467	40	112	210	0.27	157
	10	454	45	118	214	0.27	155
DGEBA/DDS $r=1$	2.5	389	101	186	280	0.22	190
	5	364	115	203	310	0.23	195
	7.5	351	130	213	330	0.21	195
	10	349	135	222	340	0.22	190

من الناحية النظرية لا يجب أن تتغير القيمة من قيمة معينة وهي بداية التفاعل ولكن بسبب رفع درجة الحرارة بمعدل ثابت فإنه من الممكن أن يبدأ التفاعل من قيم أعلى من القيمة الفعلية ويزداد بازدياد درجة الحرارة



الشكل رقم (2): المسح الديناميكي لمنظومة DGEBA/IPD ( $r=1$ )



الشكل رقم (3): المسح الديناميكي لمنظومة DGEBA/DDA ( $r=1$ )

يمكن التحقق من هذا التفسير من ملاحظة انه وعند معدل تسخين ثابت ونسب ستوكيومترية  $r=1.2$  ،  $r=1.04$  كما هو مبين في الشكل (2) الخطوط المقطعة تختفي القمة الثانية تماما وذلك بسبب سيطرة التفاعل رقم (2) واستهلاكه للحلقات الايبوكسيدية

مع عامل التصليب DDS يلاحظ غياب للقمة الثانية [15] وذلك بسبب أن  $T_p$  تقع عند درجة حرارة عالية ونشاط DDS أعلى بكثير من IDP يرسم المنحني بين  $1/T_p$  و  $1/q$  وفقا للمعادلة (7) يمكن حساب طاقة التنشيط من ميل المنحني والتي تعادل 63 kJ/mol لكل من DDS و IPD وهذا متفق مع ما توصل له Horie.K ومساعديه وأيضا توافق مع تفسير J. J. Williams.R ومساعديه .

#### 2.4 دراسة تأثير بنية المصلب من أجل معدل تسخين

تم إجراء المسح الديناميكي لخمس أنواع من المصلبات وهي DGEBA/TMHMD, DGEBA/IPD, DGEBA/DDM, DGEBA/DDS, DGEBA/DDA وذلك عند تدفق حراري ثابت يعادل  $10^\circ\text{C}.\text{min}^{-1}$  ونسبة الاستوكيومترية ثابتة تعادل  $r=1$

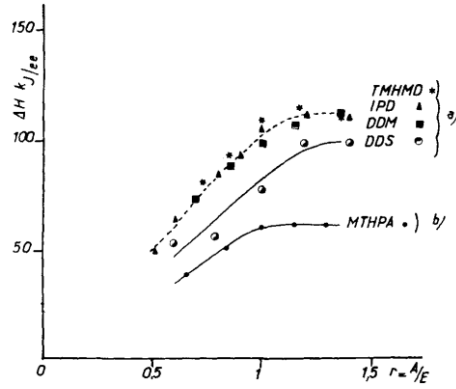
تم إدراج بيانات المسح الحراري في الجدول رقم (3) حيث يمكن ملاحظة أن لمعاملات التصليب العطرية DDS و DDM قيم عالية جداً ل  $T_p$  بالمقارنة مع المصلبات الاليفاتية والاليفاتية الحلقية أيضاً كانت المصلبات الاليفاتية أقل من الاليفاتية الحلقية في حين أن نشاطية المصلبات العطرية أقل من الاليفاتية والاليفاتية العطرية. بالنسبة للتفاعل DDA فهو تفاعل خاص بسبب ان نظام التفاعل غير متجانس كحال المصلبات الأربعة الأخرى ولذلك نلاحظ أن حرارة بداية التفاعل  $T_1$  لها قيمة عالية تعادل  $170^\circ\text{C}$  كما تم تمثيل قيم حرارة التفاعلات (منسوبة إلى الوزن المكافئ للابوكسي) ونسبة الاستوكيومترية لعوامل التصليب المختلفة وذلك في الشكل رقم (4) يلاحظ من المنحني أن حرارة التفاعل تزداد بازدياد نسبة التفاعل حتى قيم  $r=1.2$  حيث تصبح ثابتة كما يلاحظ أن المنحنيات IPD، TMHMD، DDM لها نفس السلوك مع تغير قيم  $r$  بالنسبة ل DDS فهو يسلك نفس السلوك مع قيم تغير  $r$  مع انخفاض قيم الحرارة المنتشرة.

الجدول رقم (3): نتائج المسح الديناميكي عند نسبة الاستوكيومترية  $r = 1$

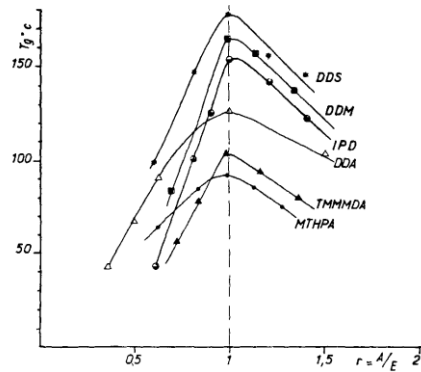
عامل التصليب	$T_1^\circ\text{C}$	$T_p^\circ\text{C}$	$T_2^\circ\text{C}$	$T_g^\circ\text{C}$
TMHMD	40	100	200	105
IPD	45	118	214	155
DDM	100	170	210	165
DDS	135	222	340	190
DDA	170	-	300	125

#### 3.4 دراسة تغير درجة التزجج

بالنسبة لعوامل التصليب السابقة فقد تم قياس درجة حرارة التزجج وذلك خلال الدورة الثانية وتم رسم تغير قيم درجة التزجج مع  $r$  في الشكل (5) ومن خلال المنحنيات المرسومة نجد أن القيمة العظمى [10] لدرجة التزجج مرتبطة مع النسبة الاستوكيومترية  $r=1$



الشكل رقم (4): العلاقة بين الطاقة المنتشرة منسوبة للوزن المكافئ لليبوكسي وتغير النسب الاستوكيومترية



الشكل رقم (5): العلاقة بين درجة التزج  $T_g$  وتغير النسب الاستوكيومترية

يمكن دراسة تغير درجة التزج من خلال دراسة تشكل قطاعات ونهايات السلاسل حيث تعبر درجة التزج عن حرية حركة السلاسل فكلما تم تقيد هذه الحركة ازداد قيمة درجة التزج والعكس صحيح.

ومن خلال الشكل (5) يلاحظ عند تغير نسبة  $r$  عن القيمة 1 تتخفف درجة التزج بشكل سريع.

يمكن تفسير هذا من خلال نهايات السلاسل المتشكلة خلال عملية التصلب والتي تم تلخيصها في الجدول (4).

الجدول رقم (4): نهاية السلاسل عند معالجة مع المصلبات الامينية

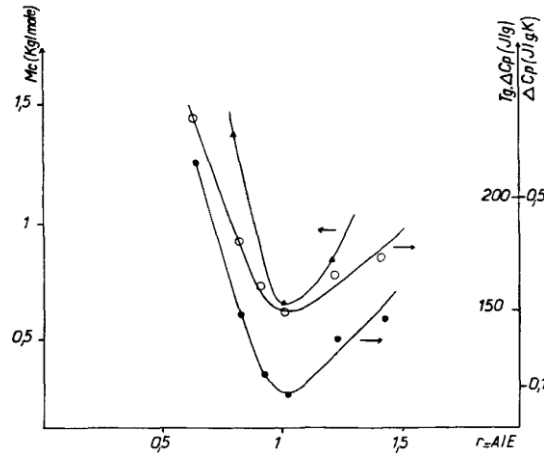
الشرط	البنية	السلسلة	رقم
دائماً	$\left\langle \text{CH}_2 - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{C}_6\text{H}_4 - \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{O} \right\rangle$	الوحدة المتكرر	1
$R \leq 1$	$\left\langle \text{N} - \text{X} - \text{N} \right\rangle$	عند تمام المعالجة	2
$1 < r < 1.5$	$\left\langle \text{HN} - \text{X} - \text{N} \right\rangle$	عند المعالجة الجزئية	3
$1.5 < r < 2$	$\left\langle \text{HN} - \text{X} - \text{NH} \right\rangle$	عند المعالجة الجزئية	3
$r < 1$	$\left\langle \text{CH}_2 - \underset{\text{O}}{\text{CH}} - \text{CH}_2 \right\rangle$	سلاسل غير متفاعلة	4
$r < 1$	$\left\langle \text{CH}_2 - \underset{\text{R}}{\text{CH}} - \text{O} - \text{CH}_2 - \underset{\text{R}}{\text{CH}} - \text{O} \right\rangle$	نهاية حاوية على رابطة الأيثر	5

من أجل  $r < 1$  يكون لدينا فائض من الحلقات الايبوكسيدية وبالتالي سوف تتشكل لدينا كل من النهايات رقم 2 ورقم 4 كما في الجدول (4) حيث سوف يكون هناك فائض من الحلقات الايبوكسيدية غير المتفاعلة التي قد تتفاعل مع زمرة الهيدروكسي وفق تفاعل تشكل الايتر التفاعل رقم 5 في الجدول (4) تعتبر كل من النهايات 5 و4 حرة الحركة مما يؤدي إلى خفض درجة التزجج.

من أجل  $r > 1$  يكون هناك فائض من الأمين فيكون تفاعل الأمين الاولي هو التفاعل المسيطر كما من الممكن حدوث تفاعل امين ثانوي التفاعلات 3 ووجد العديد من الباحثين أن هذه يؤدي إلى زيادة الوزن الجزيئي بين السلاسل مما يزيد من حرية حركة السلاسل ويقلل درجة التزجج.

كما تم قياس تغير قيم السعة الحرارية والوزن الجزيئي مع تغير قيم  $r$  لنظام DGEBA/IPD كما في الشكل (6) حيث يلاحظ ان القيم الصغيرة ل  $M_c$  تقابل  $r=1$

كم يمكن ملاحظة تغير السعة الحرارية مع تغير  $r$  وزيادتها مع تزايد قيم  $M_c$  وهذا يتفق ان السعة الحرارية ترتبط بحرية حركة السلاسل وليس كتلة الايبوكسي



الشكل رقم (6): العلاقة بين درجة التزجج  $T_g$  ،  $\Delta Cp$  ،  $M_c$  وتغير النسب الاستوكيومترية

## 5. الاستنتاجات

تم في هذا البحث دراسة عوامل تصليب مختلفة للايبوكسي بواسطة طريقة التحليل الحراري DSC وذلك بغياب وجود وسيط حيث تم قياس كمية حرارة التفاعل  $\Delta H$  و  $T_g$  التي تبين أنها تتعلق بنسبة الاستوكيومترية حيث حصلنا على القيم العظمى عند  $r=1$  كما تبين انها تتعلق ببنية عامل التصليب هو اميني أو عطري و تم قياس قيمة طاقة التنشيط  $E_a$  وهي تعادل  $63 \text{ kJ/mol}$  وتم دراسة تأثير بنية معامل التصليب على كمية حرارة التفاعل وتبين ان المركبات الاليفاتية والاليفاتية الحلقية أعلى من المركبات العطرية في حين أن العطرية لها درجة حرارة قمة أعلى من الاليفاتية والاليفاتية العطرية وتم دراسة تأثير نسبة الاستوكيومترية على تشكل السلاسل والنهايات المحتملة وقد تم أيضاً دراسة تغير قيم السعة الحرارية والتي تبين أنها تتعلق بحركية السلاسل.

**References**

- [1]– T.G. Fox and S. Loshaek. *J. Polym. Sci.* 15.371 (1991).
- [2] – A. J. Chompff, in "**Polymer Networks: Structural and Mechanical Properties**," p. 145, A. J. Chompff and S. Newman, eds., Plenum Press, N.Y. (1985).
- [3]– S. C. Mizra, J. A. Manson, and L. H. Sperling, in ACS "**Epoxy Resin Chemistry**," R. Bauer, ed., p. 137 (1999).
- [4]– L. Banks and B. Ellis, **Polymer**. 23. 1466 (1982).
- [5]– G. C. Stevens and M. J. Richardson, **Polymer** 24, 851 (1983).
- [6]– J. P. Bell, *J. Polym. Sci. A2*. 6, 417 (1996).
- [7]– T. Murayama and J. P. Bell, *J. Polym. Sci. A2*. 8, 437 (1970).
- [8] –F. N. Kelley. B. J. Swetlin. and D. Trainor in "**Macromolecules**" H. Benoit and P. Rempp, eds., Pergamon Press, 275 (1981).
- [9]– R. J. Morgan, *J. Appl. Polym. Sci.* 23, 2711 (1979).
- [10]– J. Mijovic and L. Tsay, **Polymer**, 22. 902 (1981).
- [11]– Z. Matcjká, J. Lovy, S. Pokorný, K. Bouchal. and K. Dugek, *J. Polym. Sci.* 21, 2873 (1994).
- [12]– G. L. Hagnauer and D. A. Dunn, *J. Appl. Polym. Sci.* 26, 1837 (1981).
- [13]– L. E. Nielsen. *J. Macromol. Sci. Rev. Macromol. Chem.*, C3, 69 (1969).
- [14]–H. E. Kissinger. *Anal. Chem.* 29, 1702 (1981).
- [15]–K. Horie, H. Hiusa, M. Sawada, I. Mita. and H. Kambe. *J. Polym. Sci. A1*, 8, 1357 (1970)



## خوارزمية حيوية ذاتية التأقلم لتوزيع الخدمات في الشبكات المستقبلية

منار الجبر\* علي ذياب\*\* جمانة الدياب\*\*\*

(الإيداع: 21 شباط 2021 ، القبول: 29 نيسان 2021)

## الملخص:

قمنا من خلال هذه الورقة البحثية بدراسة مسألة توزيع الخدمات ضمن الشبكات المستقبلية، واقترح خوارزمية حيوية لتوزيع نسخ الخدمات في الشبكة بالاعتماد على المعلومات المستوحاة من الحمل الذي تولده العقد الزبائن، وبنية الشبكة المتغيرة باستمرار وفقاً لتغير مواقع العقد وحركيتها. ومن المعلوم أن الشبكات المستقبلية تتطلب درجة عالية من التأقلم الذاتي من أجل مواكبة التغيرات المستمرة مع المحافظة على مستوى أداء مثالي. إحدى التحديات العلمية الهامة ضمن هذا السياق هي مسألة توزيع الخدمات (Service Placement). تشير مسألة توزيع الخدمات إلى اختيار العقدة الأنسب ضمن الشبكة من أجل استضافة الخدمة، إذ يقلل التوزيع المثالي لنسخ الخدمات من كلفة تخديم الزبائن، كما يحسن من الاتصال بين الزبائن والمخدمات، ويمكن من المحافظة على جودة الخدمة وتحسين استخدام المصادر المتوفرة. بينت التجربة والنتائج أن الخوارزمية المقترحة تحقق تحسناً في الأداء من ناحية تلبية الخدمات المطلوبة خلال زمن أقصر وعرض حزمة أصغر، وبالتالي كلفة أقل مقارنة بنموذج الشبكة (زبون / مخدم) في الحالة العامة، حيث تقوم هذه الخوارزمية بإنجاز التوزيع المثالي لنسخ الخدمات من خلال مراقبة الحمل ضمن العقدة المخدم وجوارها، واختيار العقدة التي يرد منها أكبر حمل ونسخ الخدمة إليها، بحيث تصبح المسافة التي تعبرها الطلبات القادمة من العقد الزبائن أصغر ما يمكن نتيجة توزيع الخدمات في مواقع قريبة منهم.

الكلمات المفتاحية: نسخة الخدمة (replica)، توزيع الخدمات، كلفة الاتصال، التأقلم الذاتي، last hop.

\* طالبة دكتوراه- قسم هندسة التحكم الآلي والحواسيب-جامعة البعث

\*\* أستاذ مساعد- قسم هندسة التحكم الآلي والحواسيب-جامعة البعث

\*\*\* أستاذ مساعد- قسم هندسة التحكم الآلي والحواسيب-جامعة البعث

## Self-Organized Bio-inspired Service Placement Algorithm in Future Networks

Manar-Jabr \*    Ali- DIAB \*\*    Jomana AL-Diab \*\*\*

(Recived: 21 February 2021 ,Accepted: 29 April 2021 )

### Abstract:

Through this research paper, we studied the service placement issue in future networks, and proposed a Bio-inspired algorithm for placing replicas of services in the network based on inspired information of the load generated by client nodes, and the network topology that is constantly changing due to the change in the locations of the nodes and their mobility. It is known that future networks demand a high degree of self-organization to enable coping with the high dynamics of the networks while keeping performance optimized. One of the main challenging tasks in this context is a self-organized service placement. Service placement issue refers to the problem of selecting which node in the network is most suitable for hosting a service. An optimal placement of service instances (replicas) in a network minimizes the cost of serving clients, improves the connectivity between clients and servers, enables maintaining the quality of service and improves the use of available resources. Experience and results have shown that the proposed algorithm achieves an improvement in performance in terms of meeting the required services within a shorter time and a smaller bandwidth, and thus lower cost compared to the general network model (client / server). As this algorithm achieves the ideal placement of service replicas via monitoring the load within the server node and its neighborhood, selecting the node from which the largest load is received and copying the service to it, so that the distance crossed by requests coming from the client nodes becomes as small as possible as a result of placing services in locations close to them.

**Key words:** service instance (replica), service placement, communication cost, self-organization, last hop.

---

\* PhD student, Auto Control and Computers Dep., Al-baath Univ.

\*\* Professor, Auto Control and Computers Dep., Al-baath Univ.

\*\*\* Professor, Auto Control and Computers Dep., Al-baath Univ.

## 1- مقدمة والهدف من البحث:

تمتاز الشبكات الخلوية المستقبلية بمرونة عالية تجاه التغيرات المستمرة (تغير مستمر في البنية، الحمل، الخدمات، المصادر وغيرها)، وبالتالي تتطلب درجة عالية من التأقلم الذاتي من أجل مواجهة هذه التغييرات المستمرة مع المحافظة على مستوى أمثل في الأداء.

إن التقنيات المستخدمة من أجل نسخ وتوزيع المحتوى ضمن الشبكات التقليدية (CDNs) (Content Distribution Networks) من حيث نسخ المحتوى إلى مكان قريب من الزبون، غير كافية ضمن شبكات الاتصالات اللاسلكية الحديثة، لاسيما في ظروف عرض الحزمة الكبير المطلوب تلبية في هذه الشبكات، نتيجة الطلب المتزايد من قبل الزبائن على الخدمات، وخاصة خدمات الملميديا والفيديو (Hachem وزملاؤه، 2015)، إذ إن انتشار خدمات الهاتف المحمول المبتكرة تحتاج إلى تقنيات وصول من أجل استخدام المصادر المتاحة بزمن استجابة صغير جداً، وهذا لا يمكن تحقيقه من خلال الأنظمة المركزية الحالية، ومن المتوقع أن يستمر هذا الاتجاه دون هواده وأن يلعب دوراً مهماً في شبكات الجيل الخامس 5G من أجل دعم كل من الخدمات ذات العمليات المعقدة حسابياً والخدمات الحساسة للزمن (Poularakis وزملاؤه، 2019). ومن أجل التأقلم مع هذا النمو المتسارع في حجم حركة البيانات ضمن الشبكات الخلوية المستقبلية، لا بد من تحقيق متطلبات أكثر تعقيداً في البنى التحتية لهذه الشبكات مع الحفاظ على جودة الخدمات المقدمة.

يتم تحقيق الشبكات ذاتية التأقلم (SON) Self-Organizing Networks من خلال تفعيل مجموعة من الوظائف الخاصة بالتنظيم الذاتي التلقائي، والحد من التدخل البشري في التخطيط، النشر، وتحسين الأداء والصيانة (Hamied و Ramiro، 2012).

يُعتبر توزيع الخدمات ذاتية التأقلم (Self-organized Service Placement) جزءاً من عمليات التنظيم والتأقلم الذاتي في الشبكات المستقبلية، ويمثل إحدى التحديات العلمية الهامة ضمنها. تُشكل بنية الخوارزمية التي تنجز التوزيع المحور الأساس في بناء نظام توزيع الخدمات، وقد تكون مركزية تعمل ضمن عقدة واحدة أو موزعة على مجموعة من العقد المتشاركة فيما بينها قرار التوزيع.

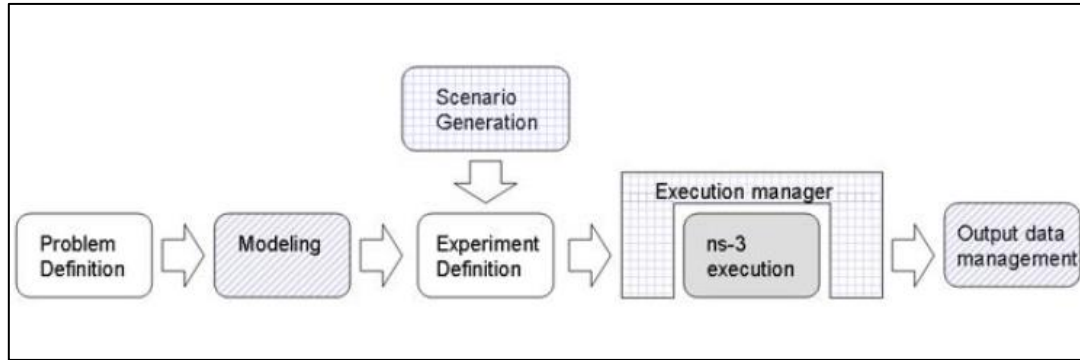
ولا بد ضمن هذا السياق من توضيح وتعريف بعض المصطلحات والمفاهيم:

- **الخدمة (Service):** سوف نقدم تعريف الخدمة كما ورد ضمن (SOAs) (Service Oriented Architectures)، على أنها آلية تمكن من الوصول إلى مجموعة من الإمكانيات المتاحة عبر واجهة موصوفة بشكل مسبق، مع تقييد الوصول من خلال قواعد وأدوات محددة (Mackenzie وزملاؤه، 2006). يتم منح الخدمة من خلال مكون برمجي تنفذه عقدة واحدة أو أكثر ضمن الشبكة، دون توفر معلومات مسبقة لديها عن المستفيدين من هذه الخدمة.
- **نسخة (مثيل) الخدمة (Service Replica):** هي عبارة عن نسخة من المكون البرمجي للخدمة، تعمل ضمن عقدة مختلفة في الشبكة. يجب أن تتبادل النسخ المعلومات فيما بينها من أجل المحافظة على مزامنة الحالة العامة للخدمة، فيما يتعلق بطلبات الزبائن وترابط المعطيات بينها (Wittenburg، 2010).
- **نظام توزيع الخدمة (Service Placement System):** هو عبارة عن مجموعة المكونات البرمجية التي تقوم بإنجاز التشكيل المطلوب للخدمة بناءً على التغيرات الآنية الحاصلة في الشبكة، من خلال مجموعة من الوظائف، منها قياس جودة الخدمة، وبالتالي اتخاذ قرار إعادة التوزيع وإجراء التغييرات اللازمة (Wittenburg، 2010).

تهدف هذه الورقة البحثية إلى دراسة مسألة توزيع الخدمات ذاتية التأقلم في الشبكات المستقبلية، ومن ثم اقتراح خوارزمية حيوية ذاتية التأقلم قادرة على التعلم من معطيات الشبكة واتخاذ قرار توزيع نسخ الخدمة ضمن عقدة قريبة من الزبائن، مما

يحقّق وفرةً في عرضِ الحزمةِ المستخدم وإنقاصِ زمنِ تلبيةِ هذه الخدمة، وبالتالي كلفةِ الاتصال بين الزبائن والمخدّمات. تُقسّم بقية الورقة البحثية على النحو الآتي: نستعرضُ في القسم الثاني لمحةً مختصرةً عن المحاكى ns3 المستخدم في الدراسة، بينما نقدّم في القسم الثالث بعض الدراسات المرجعية لمسألةِ توضيحِ الخدمات في الشبكات. يركّز القسم الرابع على توصيفِ المسألةِ والخوارزميةِ المقترحة، إضافةً إلى توصيفِ نموذجِ تابعِ الكلفة. نستعرضُ في القسم الخامسِ النتائج التي توصلنا إليها عند تنفيذِ الخوارزميةِ الحيويّة، إذ تسهّم في تحسينِ الأداء من ناحيةِ إنقاصِ زمنِ تلبيةِ الخدمة (زمن الاستجابة) وتوفيرِ عرضِ الحزمةِ (كلفةِ الاتصال). نلخصُ أخيراً نتيجةَ البحثِ والأهدافِ المستقبليةَ في القسم السادس.

2- مواد وطرائق البحث: تمّ تنفيذُ الخوارزميةِ المقترحةِ ضمن برنامجِ المحاكاةِ (ns-3)، وهو عبارة عن برنامجِ محاكاةٍ للشبكات، يأخذُ بالحسبانِ الأحداثِ المنفصلةَ غير المستمرة من ناحيةِ أزمنةِ حدوثها، ويستخدم في تطويرِ الشبكات من أجل تحقيقِ أهدافِ بحثيةٍ وتعليميةٍ. يبين الشكل (1) مخطّطاً يمثّل تسلسل تنفيذِ العملياتِ ضمن المحاكى ns-3.

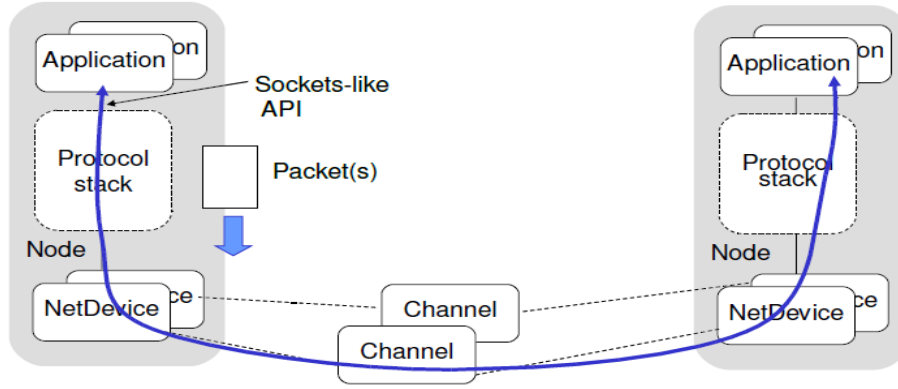


الشكل رقم (1): مخطّط تسلسل تنفيذِ العملياتِ ضمن المحاكى ns-3.

تمت كتابة برنامج المحاكاة (Ns3) بلغة ++c و Python، وهو يندرج ضمن اتفاقيات (GNU GPLv2) للبرامج مفتوحة المصدر. توجد عدّة منصات تشغيل تدعم البرنامج (Ns3) أهمها: (Linux، OS X) و (FreeBSD).

يمتاز المحاكى بمرونة عالية تجاه مراقبة الأحداث الهامة ضمن المحاكاة، وربطها بتتابع تحدّد الوظائف المراد تنفيذها عند وقوعها من خلال (trace sources and sinks)، فيمكن بالتالي تتبّع التغير في قيمة معينة وهذا يجنب المبرمج عملية الدخول إلى الكود المصدر وتعديله.

قمنا بإجراء الاختبارات وتنفيذ المحاكاة على حاسب بنظام تشغيل (linux) ضمن بيئة (Ns-3)، وباستخدام لغة ++c تمت كتابة الكود البرمجي للخوارزمية المقترحة بالإضافة إلى تعريف التتابع والإجراءات الخاصة بالتعرف على جوار العقدة ضمن الشبكة، وإرسال الطلبات بين العقد المخدّمات والزبائن. يمكن تلخيص الخطوات الأساسية بإضافة العقد ثم إضافة البروتوكولات والعناوين، وأخيراً إضافة التطبيقات التي توصف وظائف العقدة. يتضمّن الشكل (2) العناصر الأساسية السابقة آنفة الذكر:



الشكل رقم (2): العناصر الأساس لإعداد الشبكة وبيئة المحاكاة ضمن المحاكى 3-ns.

### 3- دراسة مرجعية لمسألة توزيع الخدمات في الشبكات:

يُمكن اعتبار مسألة توزيع الخدمات كتطبيقٍ لنظرية مواقع الخدمات (Facility Location Theory) ضمن شبكات الاتصالات اللاسلكية (Laoutaris وزملاؤه، 2007). تقدّم المفاهيم التي تعتمد على هذه النظرية حلاً لمشكلة إيجاد مواقع الخدمات غير محدودة المصادر (UFLP)(Un Capacitated Facility Location Problem)، من خلال إيجاد العدد المطلوب من نسخ الخدمات تبعاً لبنية الشبكة والطلب على هذه الخدمات، ولا تهتم كثيراً بالحمل الزائد الناتج عن المزامنة بين النسخ. يمكن تصنيف تقنيات توزيع الخدمات إلى مركزية وموزعة وهجينة بين الصنفين السابقين، وتوجد العديد من الخوارزميات التي تندرج في تصنيفها تحت هذه التقنيات (MITSCHLE-THIEL وزملاؤه، 2011).

قام (GRAMOLI وزملاؤه، 2008) بتطوير خوارزمية (SONDe) من أجل إيجاد العدد المثالي للخدمات ومواقعها ضمن الشبكة، وذلك من خلال الكشف والتحري الدوري ضمن الجوار عن وجود عقد خدمات وتحويل العقدة الزبون إلى مخدّم في حال عدم وجوده ضمن جوارها. أثبتت نتائجهم أنّ عدد المخدمات يصل إلى حالة الاستقرار بعد فترة قصيرة من الزمن ممّا يحقق وفرة في المصادر المتاحة وتلبية الخدمات بزمن أقصر، وتوفير عرض الحزمة المستخدم.

قام (Sahoo وزملاؤه، 2016) بدراسة مسألة توزيع المخدمات (Server Placement) في كلّ من شبكات توزيع المحتوى التقليدية (Traditional CDN) والحديثة المعتمدة على السحابة (Cloud based CDN)، وكذلك المعتمدة على وظائف الشبكة الافتراضية (NFV). أشار الباحثون إلى تعدد الأهداف من الخوارزميات المقترحة وفقاً للمعايير الآتية (زمن الاستجابة RTT (Round Trip Time)، التأخير (latency)، عدد القفزات (hop-count)، جودة الوصلة (link quality)، الكلفة (cost)، عدد المخدمات (number of servers)، عدد مرّات إعادة التشكيل (number of reconfigurations)، عرض الحزمة في الشبكة (network traffic)).

وبرهنوا أنّ النموذج الأكثر ملاءمةً لحلّ المسألة هو نموذج البرمجة الخطية (Integer Programming)، وقد اعتمدت معظم الخوارزميات بمعدل 42% في فكرتها الأساس على الخوارزمية الجشعة (greedy)، والبعض منها اعتمد على الطرق الاستراتيجية بمعدل 6%. لخصت المقالة في نتائجها السبل المحتملة من أجل الأبحاث المستقبلية في مجال توزيع نسخ الخدمات.

قام (Martin وزملاؤه، 2019) بتطوير طريقة حيوية تعتمد على البحث الهجين (effective hybrid search heuristic) بالاستفادة من القدرة الحسابية العالية التي تقدّمها طريقة البحث المحلية الجشعة (greedy local search) من أجل إيجاد المواقع المثالية لعقد المراقبة ضمن شبكات الاتصالات، وتوزيع العدد المناسب منها في الشبكة بحيث يتم تحقيق وفرة

المصادر مع التأقلم مع التغييرات التي تطرأ على بنية الشبكة. بينت النتائج أن هذه الطريقة تعمل بشكل جيد في حالات التغيير في البنية في الزمن الحقيقي ومن أجل أعداد عقدة كبيرة تصل إلى الملايين مقارنة مع العديد من الخوارزميات التطورية (Evolutionary Algorithm (EA)).

يمكن نمذجة مسألة توزيع الخدمات كمسألة إيجاد حل أمثل (Optimization Problem)، وهذا ما قام به (Donassolo وزملاؤه، 2019) من أجل نمذجة مسألة توزيع الخدمات المكونة في إنترنت الأشياء (IoT)، وقاموا باقتراح استراتيجية توفير خدمة السحابة المحسنة (Optimized Fog Service Provisioning strategy) المسماة (O-FSP)، وقد أثبتوا أن الحل المقترح مقبول من ناحية الكلفة واستهلاك المصادر مقارنة ببعض المفاهيم التقليدية مثل خوارزمية (best-fit).

#### 4- توصيف المسألة والخوارزمية المقترحة:

على فرض أنه لدينا البيان الآتي الممثل للشبكة، والمعرف بالشكل:  $G = (V, E)$ ، حيث تمثل  $V$  مجموعة الرؤوس وتقابل العقد في الشبكات المستقبلية، بينما تمثل  $E$  الحواف للبيان الممثلة للوصلات بين العقد، فيكون بالتالي  $E \subseteq V * V$  (Diestel، 2017).

على فرض أن متحول القرار  $X_{ij}$  يمثل عملية التوزيع أو الإسناد (Allocation Variable) فتكون قيمته:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & ; \text{إذا اسند الرأس } V_j \text{ إلى الرأس } V_i \\ 0 & ; \text{في الحالات الأخرى} \end{cases}$$

نفرض أن العقدة المضيفة للخدمة  $h$ ، وأن العقدة الزبون  $c$ . فتكون كلفة توفير الخدمة لزبون معطاة بالعلاقة:  $d_{h,c} \delta(s, c)$  حيث تمثل  $d_{h,c}$  المسافة بين الزبون والعقدة المضيفة (عدد القفزات)، بينما تمثل  $\delta(s, c)$  عرض الحزمة المطلوب مقدراً بالبايت من أجل توفير الخدمة للزبون (Wittenburg، 2010). يتم في حال وجود أكثر من نسخة للخدمة، اختيار العقدة الأقرب للزبون من أجل الحصول على الخدمة، حيث تمثل عملية انتخاب العقدة المزودة للخدمة بالمعادلة:

$$\eta(s, c) = \arg \min_{h \in H} d_{h,c}$$

يمكن مما سبق تمثيل تابع الكلفة للزبائن ضمن عقدة محددة على النحو الآتي:

$$C_{clients}(s, h) = \sum_{c \in C_{s,h}} d_{\eta(s,c)} \delta(s, c)$$

والهدف هو إيجاد التوزيع المثالي للخدمات بحيث تكون الكلفة أصغر ما يمكن. تم في هذه الورقة البحثية تطوير خوارزمية حيوية مستوحاة من سلوك النمل باعتمادها على المعلومات المتعلقة ببنية الشبكة والحمل ضمنها من أجل اتخاذ قرار نسخ الخدمة وتوزيعها، إذ يتم الاتصال بين العقد من خلال تتبع الأثر الذي تتركه حركة الرزم (packets) المتبادلة بين الزبائن والخدمات بدلاً من تبادل الرسائل وهذا يسهم في توفير عرض الحزمة المستخدم.

يتم تقسيم الخوارزمية إلى طورين:

**الطور الأول:** طور التهيئة، وفيه تقوم العقد التي تحوي الخدمات بالإعلان عن وجودها كعقد مخدمات ضمن الشبكة، بينما تقوم العقد الزبائن التي تلقت هذه الرسالة بتخزين معلومات المخدمات ضمن ذاكرة خاصة بها من أجل التقصي والكشف الدوري عن وجود مخدمات، ومعرفة مواقع وعناوين هذه العقد (service discovery) قبل البدء بإرسال الطلبات إليها.

**الطور الثاني:** تعمل خوارزمية التوزيع المقترحة ضمن العقدة المخدم، حيث توظف هذه العقدة بدورها عميل (agent) عند بدء أو اقلاع الخدمة مهمته مراقبة الحمل واختيار العقدة المناسبة التي سيتم نسخ الخدمة إليها.

تقوم العقد الزبائن بالبدء بإرسال الطلبات إلى المخدمات التي تم استكشافها في المرحلة الأولى، من خلال الكشف عن وجودها ضمن الذاكرة الخاصة بها، واختيار المخدم الأقرب للعقدة في حال تعدد المخدمات.

#### 4-1- نموذج الكلفة (Cost Model):

على فرض أن عدد العقد (Autonomous Entity (Ae)) التي يمكن أن تستضيف الخدمات ضمن الشبكة هو  $I$  بسعة تخزين محددة  $S_i$  بايت، كما يقوم الزبائن بطلب الخدمة بمعدل تراكمي يُقدر بـ  $\lambda_i$ . على فرض أن عدد الخدمات هو  $J$  وحجم كل منها  $b_j$  حيث أن  $j \in \{1,2,\dots,J\}$ ، وأن احتمال طلب الخدمة من قبل الزبون هو  $P_j$ . وعلى فرض أن  $P_{ij}$  يمثل احتمال طلب الخدمة  $j$  من العقدة  $Ae_i$ . فيمكن تعريف متحول الإسناد على النحو الآتي:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{if service } j \text{ is available in } Ae_i \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

وذلك ضمن القيد:

$$\sum_{j=1}^J b_j x_{ij} \leq S_i \quad i = 1, \dots, I$$

والهدف هو حصول الزبون على الخدمة من أقرب موقع، أي أن يكون عدد القفزات (hops) التي يعبرها الطلب من أجل تلبية الخدمة أصغر ما يمكن.

نفترض بدايةً أن كل خدمة يتم توفيرها ضمن مخدم أصلي  $O_j$ . وتدل القيمة  $X_o$  على تخزين نسخة الخدمة الأصلية ضمن هذه العقدة. يكون العدد الوسطي للقفزات من أجل توفير الخدمة ضمن  $Ae_i$  مساوياً إلى:

$$C_i(X) = \sum_{j=1}^J P_j d_{ij}(X)$$

حيث تمثل  $d_{ij}(X)$  أصغر مسافة يمكن عبورها من أجل توفير الخدمة  $j$  ضمن  $Ae_i$  عند اعتماد التوزيع  $X$ . تكون هذه الخدمة موجودة إما ضمن العقدة الأصلية أو ضمن عقدة أخرى مضيئة لنسخة الخدمة. بفرض أنه يتم دوماً توجيه الزبون إلى النسخة الأقرب، وبفرض أن معدل الطلب الكلي معطى بالعلاقة  $\mu = \sum_i \lambda_i$  يكون عندها:

العدد الوسطي للقفزات من جميع العقد معطى بالعلاقة:

$$\begin{aligned} C(X) &= \frac{1}{\mu} \sum_{i=1}^I \lambda_i C_i(X) \\ &= \frac{1}{\mu} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \lambda_i P_j d_{ij}(X) \\ &= \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J S_{ij} d_{ij}(X) \\ S_{ij} &= \frac{\lambda_i P_j}{\mu} \quad \text{حيث أن} \end{aligned}$$

ويكون التوزيع  $X$  خاضعاً للقيد:

$$\sum_{j=1}^J b_j x_{ij} \leq S_i \quad i = 1, \dots, I$$

يكون من أجل عدد كبير من الخدمات والمخدمات، من الصعب إيجاد حل مثالي لهذه المسألة، وهي من النوع NP-Complete.

#### 4-2- إثبات (NP-Completeness):

نقوم من أجل إثبات أن هذه المسألة ذات تعقيد من النوع NP-Completeness، بصياغتها على شكل مسألة قرار أمثل كما في الآتي:

على فرض أن عدد القفزات الأعظم هو  $T$  فيكون:

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J S_{ij} d_{ij}(X) \leq T$$

ضمن القيود:

$$\sum_{j=1}^J b_j x_{ij} \leq S_i \quad i = 1, \dots, I$$

سوف نقوم بإثبات أن هذه المسألة تنتمي إلى المسائل (NP)، وأن مسألة الحقيبة (knapsack) تتحول إلى حالة خاصة من هذه المسألة، هذا يثبت (NP completeness).

من أجل توزيع  $X$  لنسخ الخدمات، وعدد محدد من القفزات  $T$ ، يمكن التحقق خلال زمن كثير الحدود (polynomial) فيما إذا كانت المسألة قابلة للحل، أي إيجاد التوزيع الأمثل بكلفة وسطى أقل من  $T$  قفزة.

بعد ذلك نأخذ بالحسبان الحالة الخاصة  $S_1 = S$  ،  $S_i = 0 \quad i = 2, \dots, I$  ،  $\lambda_i = \lambda \quad i = 1, \dots, I$  ،  $P_j = P \quad j = 1, \dots, J$  أي لدينا عقدة واحدة  $Ae$  لتوزيع كل الخدمات فيها وجميع الخدمات متساوية في الحجم، وجميع



العقد تمتلك معدلات طلب متساوية. بفرض أن كل خدمة  $J$  متوفرة دوماً ضمن المخدم الأصلي  $O_j$ . فتكون كلفة تخديم زبون معين بهذا الطلب من العقدة  $Ae$  هي  $d_{ij}(X_0)$ .  
على فرض أنه يتم دوماً تخديم الزبون من النسخة الأقرب، فإن توزيع نسخة الخدمة في العقدة الوحيدة المتوفرة يمكن أن ينقص الكلفة من أجل أي زبون، أي أن:

$$d_{ij}(X) \leq d_{ij}(X_0)$$

يمكن تعريف الربح أو الفائدة نتيجة توزيع الخدمة ضمن العقدة  $Ae_i$  بالتابع الآتي:

$$u(j) = \sum_i \left[ d_{ij}(X_0) - d_{ij}(X) \right]$$

ويمثل مقدار النقصان الحاصل في عدد القفزات فيما لو تم توزيع الخدمة ضمن هذه العقدة. على فرض أن مقدار النقصان الحاصل هو  $T'$  عندها يكون السؤال فيما إذا كانت توجد مجموعة من الخدمات  $J'$

$$\sum_{j \in J'} b_j \leq S \quad \text{and} \quad \sum u(j) \geq T' \quad \text{تحقق:}$$

تشبه هذه المسألة مسألة الحقيقة في تابع الهدف المراد إيجاد الحل الأمثل له، مما يثبت أن هذه المسألة تنتمي إلى المسائل من النوع NP complete. ويمكن اختصار أو تخفيض (reduced) مسألة الحقيقة إليها.  
بما أن هذه المسألة من NP complete فإن إيجاد الحل المثالي لها غير ممكن، لذا تم تطوير طريقة حيوية تعتمد على معلومات البنية والإحصائيات التي يتم جمعها من حركة المعطيات على الشبكة من أجل إيجاد العدد المثالي من نسخ الخدمات ومواقعها المثالية وتلبية الطلبات من العقد الأقرب للزبائن وبالتالي إنقاص الكلفة.  
يعتمد الحمل الذي تتم مراقبته على تجميع المعلومات الإحصائية الخاصة به عبر الشبكة ضمن العقد وتخزينها ضمن جدول قيم الفرمون (Pheromone Values). تمثل قيمة الفرمون في هذه الحالة حجم البايئات المولدة من قبل الزبون (traffic) والتي تعبر العقدة. يمكن القول كمحاكاة لخوارزمية النمل (Dorigo, Bonabeau, و Theraulaz، 1999) أن الخدمة تمثل مصدر الطعام (source of food) بينما تمثل الطلبات (requests) المولدة من قبل الزبائن النملا (ants)، إذ كلما عبرت رزمة العقدة تترك قيمة تمثل حجمها ضمن العقدة. تعطى المعادلة العامة لتحديث قيمة الفرمون بالعلاقة:

$$P_s(t+1) = \frac{P_s(t) + \delta p(h)}{1 + \delta p(h)}$$

تمثل  $\delta p(h)$  تغيير قيمة الفرمون وهو تابع لحجم الباكييت. يتم اتخاذ قرار نسخ الخدمة بشكل تلقائي إلى العقدة الأخيرة المجاورة للعقدة المخدم (last hop)، والتي ورد منها أكبر عدد من الطلبات أي الحمل الأكبر بعد احتساب كلفة الاتصال بين الزبون والمخدم ومقارنتها بعتبة محددة، ثم البدء بنسخ الخدمة إذا كانت كلفة الاتصال أكبر من عتبة محددة وكانت كمية المصادر المتوفرة في العقدة كافية لاستضافة الخدمة.

تجلب كل رزمة (packet) تأتي من الطالب قيمة المسافة الافتراضية التي عبرتها (virtual distance) والممثلة بعدد القفزات بين المصدر والعقدة الحالية. تعطى الكلفة الناتجة عن الرزمة الواحدة بالعلاقة:

$$\text{Communication cost} = \text{virtual distance} * \text{packet size}$$

بينما تكون الكلفة الكلية الناتجة عن الطلبات المولدة من العقدة الزبون إلى العقدة المخدم خلال زمن معطى هي مجموع

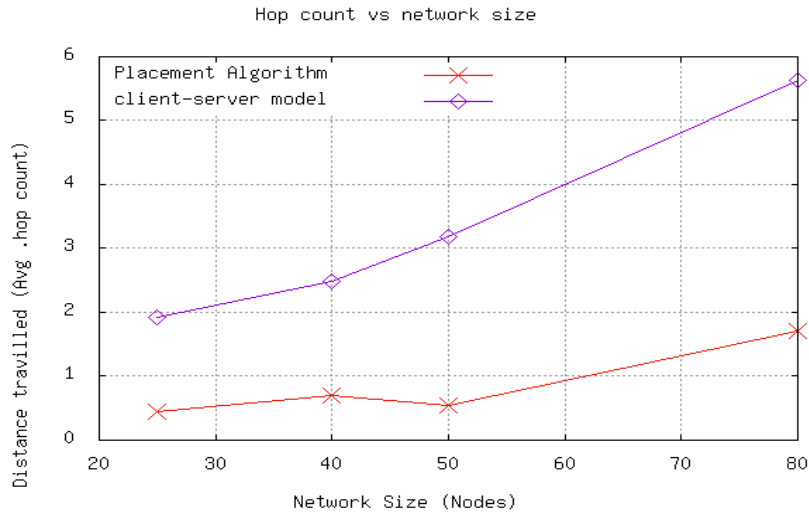
الكلف الناتجة عن جميع الرزم المولدة من قبل هذه العقدة إلى المخدم. يعود قرار النسخ إلى الخدمة ذاتها فهي تعمل بشكل تلقائي ضمن العقدة وتراقب الحمل وتجمع المعلومات الإحصائية، ثم تقوم باتخاذ القرار المناسب، إذ يتم تبادل معلومات البنية عن طريق الرزم نفسها المكونة للطلبات الواردة من الزبائن. تجمع في العقدة المخدم المعلومات الإحصائية المتعلقة بالزبائن ومعلومات العقدة الأخيرة التي وردت منها الطلبات (last hop)، ثم يتم انتخاب العقدة التي ورد منها أكبر حجم من الطلبات لتصبح مزوداً للخدمة نفسها. تعتبر المعلومات الإحصائية مقاييس خاصة تسهم في اتخاذ قرار التوزيع الأمثل، وتتضمن القيم الآتية:

- عدد الطلبات (Request count).
- عدد القفزات أو المسافة ((Hop count(distance)).
- عنوان آخر عقدة مررت الطلب (Address of last hop).
- معدل نقل المعطيات (Data rate(kb/s)).
- حجم الرزمة مقدراً بالبايت (( Packet size(byte)).

عندما يتم اتخاذ القرار بنسخ الخدمة إلى مخدم جديد تقوم العقدة الأصلية بتبنيه جميع العقد من أجل تحديث الذاكرة لديها وإضافة قيمة المخدم الجديد إليها. وفي حال تم اتخاذ القرار بحلّ الخدمة في العقدة الأصلية. يتم إعلام العقد الأخرى أيضاً من أجل حذف هذه العقدة من القائمة الموجودة لديها.

#### 5- النتائج والمناقشة:

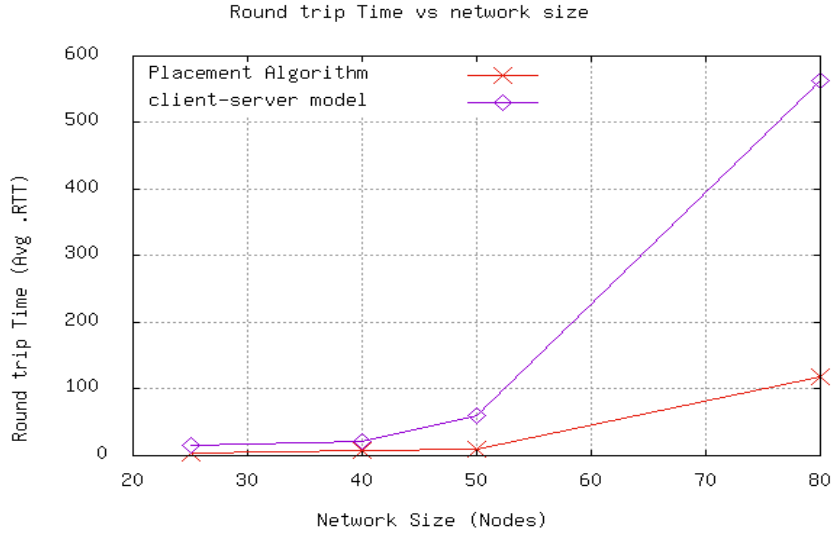
قمنا من أجل تقييم الخوارزمية المقترحة بتنفيذها ضمن المحاكى ns-3 ومقارنة نتائج تطبيقها مع الحالة العامة في نموذج (مخدم / زبون) دون تطبيق خوارزمية التوزيع ضمن العقد.



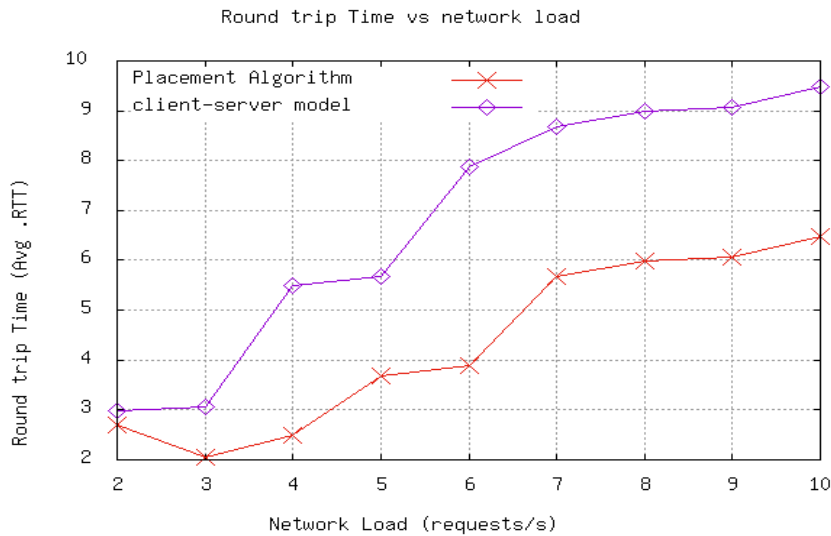
#### الشكل رقم (3): العدد الوسطي للقفزات التي تعبرها الطلبات على الخدمات بالنسبة لأحجام مختلفة للشبكة

تم استخدام الإصدار 3.29 من المحاكى ns من أجل نمذجة بنى شبكات بحجوم مختلفة من ناحية أعداد العقد المشاركة في المحاكاة (25، 40، 50، 80)، ومن أجل قيم أحمال مختلفة. تم توزيع العقد بشكل عشوائي ضمن الشبكة وتطبيق المحاكاة لمدة زمنية بعد الاختيار العشوائي للعقد المخدمات في الشبكة. نلاحظ ازدياد عدد المخدمات خلال فترة المحاكاة عند تطبيق خوارزمية التوزيع نتيجة القيام بنسخ الخدمة إلى مواقع قريبة من الزبائن مع مراعاة عدم تجاوز كلفة الاتصالات لعتبة محددة عند القيام بعملية النسخ وقدرة العقدة المختارة على استضافة الخدمة.

يُظهر الشكل (3) وكنتيجة لتطبيق خوارزمية التوزيع وتوزيع نسخ الخدمة ضمن مواقع قريبة من الزبائن أن القيمة الوسطية للمسافة الافتراضية أي عدد القفزات بين الزبائن والخدمات هي أصغر منها في حالة المحاكاة ضمن نفس الشروط في الحالة العامة دون استخدام خوارزمية التوزيع.



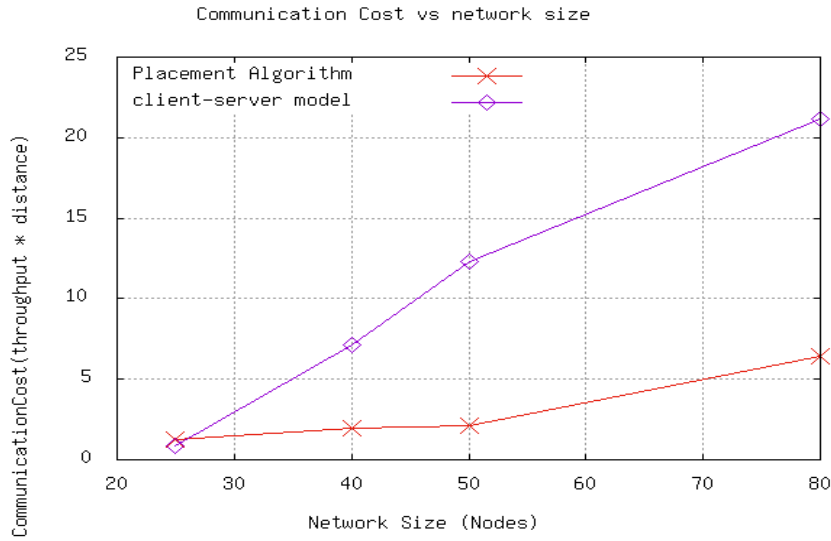
الشكل رقم (4): الزمن الوسطي (RTT) لتلبية الطلبات على الخدمات بالنسبة لأحجام مختلفة للشبكة



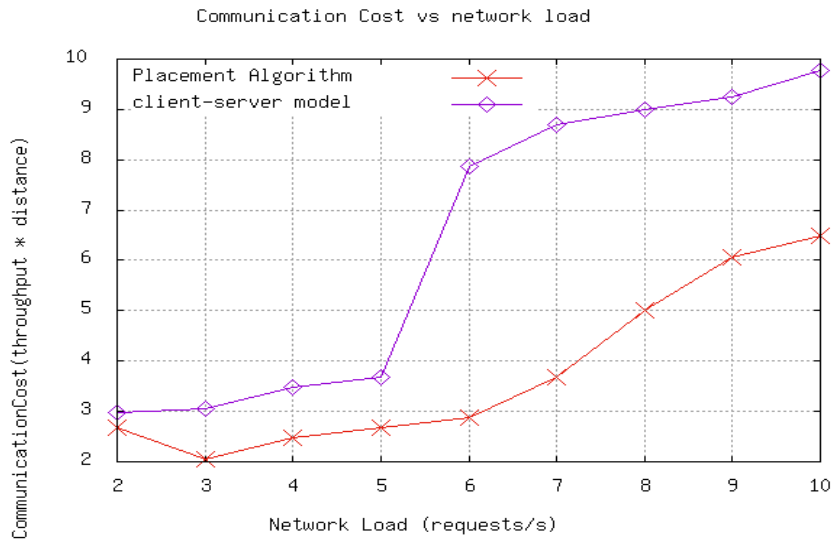
الشكل رقم (5): الزمن الوسطي (RTT) لتلبية الطلبات على الخدمات بالنسبة لقيم أحمال مختلفة ضمن الشبكة

يبين الشكلان (4) و (5) أن خوارزمية التوزيع الحيوية المقترحة تسهم في إنقاص زمن تلبية الخدمة (RTT) بمعدل 21% تقريباً من أجل أحجام شبكات مختلفة وقيم أحمال مختلفة، وبالتالي تحقق تحسناً في الأداء. قمنا أيضاً في الأشكال (6) و (7) بتقييم كلفة الاتصال بين الزبائن والخدمات وفقاً لمعيار عرض الحزمة، ورسم منحنى هذه الكلفة من أجل حجوم شبكات مختلفة وقيم أحمال مختلفة في حالة تطبيق خوارزمية التوزيع والحالة العامة. أثبتت النتائج

أن هذه الكلفة أصغر بمقدار 26% من مثيلتها في حالة عدم تطبيق خوارزمية التوزيع.

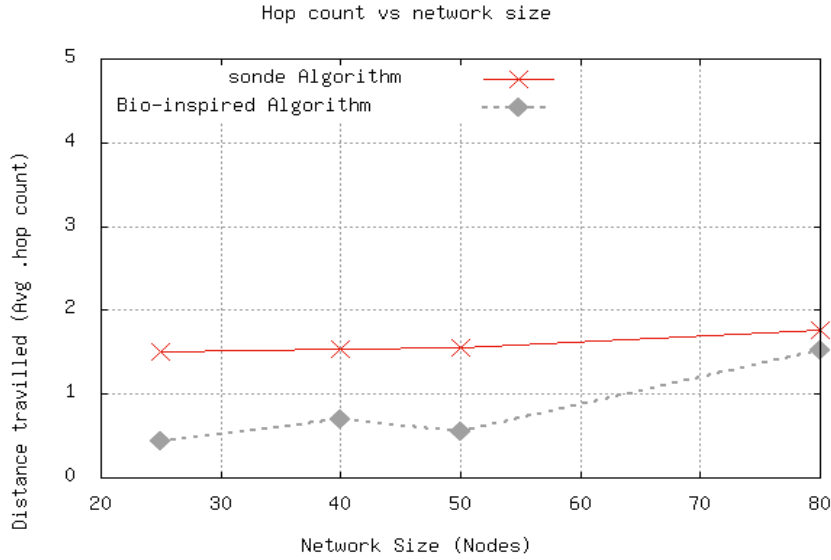


الشكل رقم (6): كلفة الاتصال بين الزبائن والمخدمات بالنسبة لأحجام مختلفة للشبكة

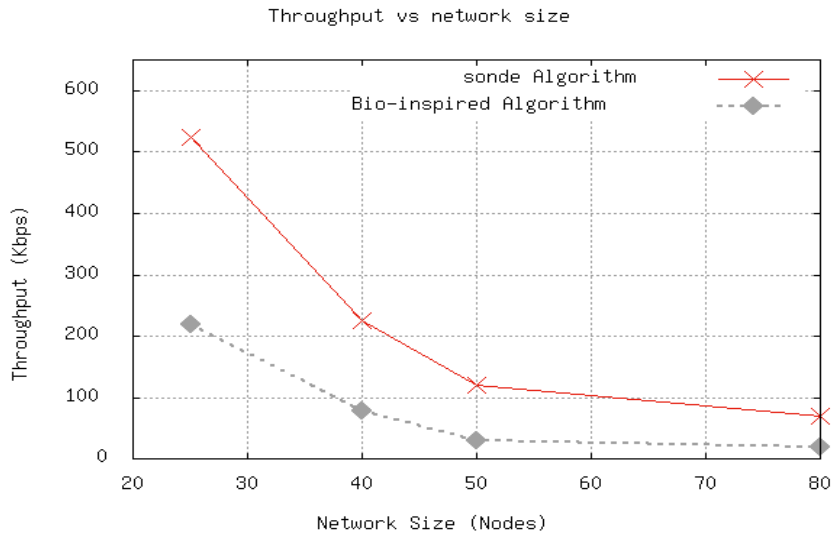


الشكل رقم (7): كلفة الاتصال بين الزبائن والمخدمات بالنسبة لقيم أحمال مختلفة للشبكة

قمنا أخيراً بمقارنة أداء الخوارزمية المقترحة مع خوارزمية (SONDE)، إحدى الخوارزميات الشهيرة في مجال توزيع الخدمات والتي تمت الإشارة إليها في الدراسة المرجعية. فمن أجل حجوم شبكات مختلفة أثبتت النتائج أن العدد الوسطي للقفزات التي تعبرها الطلبات مستقر في كلتا الخوارزميتين، ويكون في الخوارزمية المقترحة أقل منه بالنسبة الى نظيره في خوارزمية (SONDE) وبالتالي كلفة الاتصالات أقل. تمت المقارنة أيضاً وفقاً لمعيار عرض الحزمة المستخدم حيث يكون صغير جداً في الخوارزمية المقترحة مقارنةً مع (SONDE) كون الأخيرة تعتمد بشكل أساسي على الرسائل المتبادلة بين العقد من أجل اتخاذ قرار التوزيع. توضح الأشكال (8) و (9) نتائج المقارنة بين الخوارزميتين السابقتين.



الشكل رقم (8): العدد الوسطي للقفزات التي تعبرها الطلبات على الخدمات بالنسبة لأحجام مختلفة للشبكة في حال تطبيق خوارزمية (SONDE) والخوارزمية المقترحة



الشكل رقم (9): عرض الحزمة المستخدم بالنسبة لأحجام مختلفة للشبكة في حال تطبيق خوارزمية (SONDE) والخوارزمية المقترحة

#### 6- الاستنتاجات والتوصيات:

قمنا في هذا البحث بتطوير خوارزمية حيوية ذاتية التأقلم من أجل تحقيق التوزيع المثالي للخدمات ضمن الشبكة من خلال نسخها إلى مواقع قريبة من الزبائن، بهدف إنقاص الكلفة الناجمة عن الاتصالات بين العقد الزبائن والخدمات. قدّم هذا البحث في قسمه الأول دراسةً لمسألة توزيع الخدمات وبعض الدراسات المرجعية ضمن هذا المجال، وفي قسمه الثاني قدّم توصيفاً رياضياً للمسألة من خلال نمذجة تابع الكلفة كتابع لإيجاد الحل الأمثل بإنقاص المسافة التي تعبرها الطلبات المقدّمة من الزبائن (عدد القفزات). استعرض البحث في القسم الثالث الخوارزمية الحيوية المقترحة والمستوحاة من سلوك النمل. بيّنت الدراسة التجريبية والنتائج أنّ هذه الخوارزمية تنجز توزيع الخدمات بطريقة مثالية تسهم في إنقاص الكلفة

(عرض الحزمة المستخدم)، من حيث أنها تقوم بنسخ الخدمات إلى مواقع قريبة من الزبائن ومن ناحية زمن الاستجابة، إلا أنها لا تأخذ بالحسبان حالة وجود أكثر من خدمة ضمن الشبكة تتنافس على المصادر المتوفرة في العقد، كما أن تقسيم الشبكة إلى بنى فرعية ووجود خدمة مديرة تنسق بين الخدمات والعقد محلياً يمكن أن يحقق تحسناً ملحوظاً في الأداء، وهذا ما سيتم تناوله في الدراسات والأبحاث المستقبلية ضمن مجال توضع الخدمات في الشبكات المستقبلية.

#### المراجع:

- 1) ALI, S & MITSCHLE–THIEL, A & DIAB, A. (2011)– A Survey of Services Placement Mechanisms for Future Mobile Communication Networks, 1–5p.
- 2) Diestel, R.: Graph Theory, Graduate Texts in Mathematics, vol. 173, 5th edn. Springer, Berlin (2017). <https://doi.org/10.1007/978-3-662-53622-3>
- 3) Donassolo, B., Fajjari, I., Legrand, A., & Mertikopoulos, P. (2019). Fog Based Framework for IoT Service Provisioning. 2019 16th IEEE Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC), 1–6.
- 4) Eric Bonabeau, Marco Dorigo, and Guy Theraulaz. Swarm Intelligence: From Natural to Artificial Systems. Oxford University Press, New York, NY, 1999.
- 5) GRAMOLI, V & KERMARREC, A & ATLANTIQUE, I. B. (2008)– SONDe, a Self-Organizing Object Deployment Algorithm in Large-Scale Dynamic Systems. 163–172p.
- 6) HACHEM, J & KARAMCHANDANI, N & DIGGAVI, S, (2015)– Content Caching and Delivery over Heterogeneous Wireless Networks, IEEE INFOCOM 2015–IEEE Conference on Computer Communications, (3), 756–764p.
- 7) LAOUTARIS, N , SMARAGDAKIS, G, OIKONOMOU, K.(2007)–Distributed Placement of Service Facilities in Large-Scale Networks. IEEE Communications Society subject, 2144–2152p.
- 8) MACKENZIE, C. M & LASKEY,K MCCABE,F & BROWN,P & Metz, R & Hamilton ,B.(2006)– Reference Model for Service Oriented Architecture 1.0. OASIS Standard, 31p.
- 9) Martin, R. M., Inmaculada, K., & Palomo-lozano, F. (2019). An evolutionary hybrid search heuristic for monitor placement in communication networks. Journal of Heuristics. <https://doi.org/10.1007/s10732-019-09414-z>
- 10) POULARAKIS, K & LLORCA, J & TULINO, A. M & TAYLOR, I & TASSIULAS, L.(2019)– Joint Service Placement and Request Routing in Multi-cell Mobile Edge Computing Networks. IEEE INFOCOM 2019–IEEE Conference on Computer Communications, 10–18p.
- 11) RAMIRO,J & HAMIED,K.(2012)–self-organizing networks, self-planning,self-optimization, and self-healing for gsm, umts and lte. John Wiley, J & Sons, Ltd.,Publication, 309p.

- 12) Sahoo, J., Salahuddin, M. A., Glitho, R., Elbiaze, H., & Ajib, W. (2016). A Survey on Replica Server Placement Algorithms for Content Delivery Networks.
- 13) WITTENBURG, G.(2010)– Service Placement in Ad Hoc Networks, Doctoral Dissertation, freie Universität Berlin, 219p.
- 14) NS-3 web site available on: <https://www.nsnam.org/>.





# **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. Abdul Karim Al-Khaled**

**Secretary of the Editorial Board (Director of the Journal): Wafaa AlFeel**

### **Members of the Editorial Board:**

- **Prof. Dr. Hassan Al Halabiah**
- **Prof. Dr. Abdul Razzaq Salem**
- **Prof. Dr. Muhammad Zuher Al Ahmad**
- **Asst. Prof. Dr. Ayam Yassin**
- **Asst. Prof. Rawad Khabbaz**
- **Dr. Ramez Al Khatib**
- **Dr. Eihab Al Damman**
- **Dr. Abdel Hamid Al Molki**
- **Dr. Noura Hakmi**

### **Advisory Body:**

- **Prof. Dr. Hazza Moufleh**
- **Prof. Dr. Muhammad Fadel**
- **Prof. Dr. Rabab Al Sabbagh**
- **Prof. Dr. Abdul Fattah mohammad**
- **Asst. Prof. Dr. Muhammad Ayman Sabbagh**
- **Asst. Prof. Dr. Jamil Hazzouri**
- **Dr. Mauri Gadanfar**
- **Dr. Beshr Sultan**
- **Dr. Mohammad Merza**

### **Language Supervision:**

- **Prof. Dr. Waleed Al Sarakibi**
- **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، 12(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*. 2<sup>nd</sup> 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, 9<sup>th</sup> 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)<sup>a</sup> or (1998)<sup>b</sup>... 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](mailto:hama.journal@gmail.com)

[magazine@hama-univ.edu.sy](mailto:magazine@hama-univ.edu.sy)

website: : [www.hama-univ.edu.sy/newssites/magazine/](http://www.hama-univ.edu.sy/newssites/magazine/)

Tel: 00963 33 2245135



<b>contents</b>		
<b>Title</b>	<b>Researcher Name</b>	<b>Page number</b>
<b>Enhancement Of Adaptive Routing Protocol In Wireless Body Area Networks (WBAN) Based-On Ant Colony Algorithm</b>	<b>Eng. Margret Dabaj Dr. Eng. Mothanna ALkubaily</b>	<b>2</b>
<b>Automatic Medical diagnosis and International Classification of Disease code ICD prediction Using Semantic Ontologies and Natural Language Processing</b>	<b>Dr.Ayman Issa</b>	<b>21</b>
<b>Employing solar energy in educational buildings</b>	<b>Arch. Shaza Habash Dr. Eng Shoaib Ibrahim</b>	<b>31</b>
<b>Displacements And Cracks In The Soil Of Clay Core And The Methods Of Crack Closing.</b>	<b>Dr. SAMAR AUDE</b>	<b>50</b>
<b>Evaluating the performance of optical amplifiers in LCS system</b>	<b>Mohamed Najib Salaho</b>	<b>65</b>
<b>Balancing the Engineering and Functional Properties (Thickness, Cohesion, and Corrosion Rate) of the Electrochemically Deposited Cathodic Protection Layer</b>	<b>Dr. Hassan HAMED Dr. Basem AMMAR</b>	<b>77</b>
<b>Studying the Effect of Adding Pine cones Treated with Maleic anhydride on some Properties of Polypropylene</b>	<b>Dr . Montajb al-khodary</b>	<b>91</b>
<b>Device Monitoring System using (WLAN)</b>	<b>Dr. Haidara Abdalla</b>	<b>102</b>
<b>Study of cure epoxy resin by differential scanning calorimetry</b>	<b>Dr.Sabah Sibai</b>	<b>117</b>
<b>Self-Organized Bio-inspired Service Placement Algorithm in Future Networks</b>	<b>Manar-Jabr Ali- DIAB Jomana AL-Diab</b>	<b>128</b>



Volum :4  
Number :4



# Journal Of Hama University

ISSN Online (2706-9214)

