

Penerapan Metode Fuzzy Simple Additive Weigting pada Interpretasi Hasil Penilaian Promosi Jabatan Pegawai Negeri Sipil

Tre Hayu Ria Sageta*, Evawati Alisah

Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Indonesia

trehayuria24@gmail.com*, evawatialisah@mat.uin-malang.ac.id

Abstrak

Metode *Fuzzy Simple Additive Weighting* (FSAW) merupakan mekanisme yang bisa digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan. Metode ini dipilih karena dilakukan proses perankingan untuk menentukan nilai bobot setiap atribut, yang akan menyeleksi pegawai yang layak menduduki jabatan yang dipromosikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil penerapan metode FSAW dalam penilaian promosi jabatan PNS di Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Kota Malang dapat meningkatkan objektivitas dan keadilan dalam penilaian promosi jabatan pegawai. Beberapa masalah yang sering terjadi dalam evaluasi pegawai yaitu proses evaluasi pegawai yang masih bersifat konvensional sehingga kurang efektif dalam perhitungan. Solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu menggunakan sistem pendukung keputusan *Fuzzy Multi Attribute Decision Making* (FMADM) dengan metode FSAW. Metode ini memerlukan proses untuk menormalisasikan matriks keputusan (X) terhadap skala yang bisa dibandingkan dengan semua nilai alternatif yang tersedia. Setelah masing-masing atribut sudah ditentukan nilai bobotnya, proses perankingan digunakan untuk memilih alternatif terbaik untuk penelitian ini. Kriteria yang digunakan pada sistem pendukung keputusan ini adalah nilai SKP, masa kerja, golongan, dan pendidikan. Fungsi keanggotaan yang digunakan adalah representasi *Triangular Fuzzy Number* (TFN). Hasil perhitungan perankingan atau nilai terbaik menunjukkan nilai tertinggi yaitu 1 dari alternatif 1 (pegawai 1) yang berhak mendapatkan promosi jabatan. Diharapkan dengan menggunakan metode FSAW, tugas penyeleksi akan dapat lebih cepat dan tepat mengidentifikasi pegawai yang layak menduduki jabatan yang dipromosikan berdasarkan syarat yang diinginkan.

Kata kunci: fuzzy simple additive weighting; promosi jabatan; fuzzy multi attribute decision making; triangular fuzzy number.

Abstract

The Fuzzy Simple Additive Weighting (FSAW) method is a mechanism that can be used to support decision making. This method was chosen because a ranking process was carried out to determine the weight value of each attribute, which would select employees who were worthy of occupying the promoted position. This study aims to determine the results of the application of the FSAW method in the assessment of civil servant promotion at the Malang City Education and Culture Office to increase objectivity and fairness in the assessment of employee promotion. Some problems that often occur in employee evaluation are the employee evaluation process which is still conventional so that it is less effective in calculation. The solution to overcome this problem is to use a Fuzzy Multi Attribute Decision Making (FMADM) decision support system with the FSAW method. This method requires a process to normalize the decision matrix (X) against a scale that can be compared with all available alternative values. After each attribute has been determined its weight value, the ranking process is used to select the best alternative for this study. The criteria used in this decision support system are SKP score, length of service, class, and education. The membership function used is the Triangular Fuzzy Number (TFN) representation. The results of the ranking calculation or the best value show the highest value, namely 1 from alternative 1 (employee 1) who is entitled to a promotion. It is expected that by using the FSAW method, the task of selectors will be able to more quickly and precisely identify employees who are worthy of occupying positions promoted based on the desired conditions.

Keywords: fuzzy simple additive weighting; promotion; fuzzy multi attribute decision making; triangular fuzzy number.

PENDAHULUAN

Logika fuzzy merupakan suatu metode dalam sistem kecerdasan buatan yang digunakan untuk mengatasi ketidakpastian dalam pengambilan keputusan. Logika fuzzy berbeda dengan logika klasik yang menggunakan nilai biner yaitu hanya ada dua pilihan seperti “Ya atau Tidak” yang masing-masing nilai keanggotaannya dapat berupa nilai 0 atau 1. Sedangkan dalam logika fuzzy, nilai keanggotaan dapat bervariasi dari 0 hingga 1 yang menunjukkan bahwa nilai tersebut dapat memiliki dua nilai yaitu “Ya atau Tidak” tetapi besar kecilnya nilai tergantung dari bobot keanggotaannya [1]. Sistem pendukung keputusan merupakan sistem informasi yang memproses, memodelkan dan menyediakan informasi data. Dalam situasi semiterstruktur dan tidak terstruktur di mana tidak ada seorang pun yang yakin bagaimana cara membuat keputusan. Oleh karena itu, sistem ini digunakan untuk membantu pengambilan keputusan [2].

Metode Fuzzy Simple Additive Weighting (FSAW) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam sistem pendukung keputusan untuk membantu dalam proses pemilihan calon pegawai yang akan dipromosikan. Metode FSAW merupakan salah satu metode FMADM, dalam logika fuzzy yang digunakan untuk menentukan alternatif terbaik dari sejumlah alternatif yang ada [3]. FSAW menggunakan beberapa kriteria dalam mengevaluasi alternatif, dan setiap kriteria diberi bobot yang menunjukkan tingkat kepentingannya. Setiap alternatif kemudian dinilai berdasarkan setiap kriteria, dan nilai yang diberikan diubah menjadi himpunan fuzzy untuk memperhitungkan ketidakpastian dalam penilaian. Metode ini dikembangkan sebagai bentuk pengembangan dari metode Simple Additive Weighting (SAW). Satu-satunya perbedaan antara metode FSAW dan metode SAW yaitu mengubah data awal menjadi bilangan fuzzy [4].

Pegawai merupakan sumber daya manusia yang berperan sebagai penggerak organisasi dalam menentukan keberhasilan suatu unit kerja untuk mencapai tujuannya [5]. Pemerintah menerapkan promosi jabatan sebagai salah satu cara untuk mengevaluasi kinerja seorang pegawai. Pegawai lebih termotivasi untuk bekerja ketika mereka menerima tawaran promosi yang lebih tinggi [6]. Dari tingkat pendidikan, minimal S1 untuk jabatan Eselon IV dan III, dan S2 untuk jabatan Eselon II. Sedangkan dari tingkatan kepangkatan, jenjang Eselon IV merupakan tingkatan yang paling rendah pada Golongan III/b dan tingkatan yang paling tinggi pada Golongan III/d, untuk Eselon III merupakan tingkatan yang paling rendah pada Golongan III/d, dan tingkatan paling tinggi Golongan IV/d [7].

Mengingat pentingnya evaluasi dalam promosi jabatan, terkhusus di Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Kota Malang, didapati teknis penilaian yang cenderung konvensional sehingga mengurangi efektivitas perhitungan. Dalam hal ini, solusi yang ditawarkan dalam mengatasi teknis penilaian tersebut adalah mengubah mekanisme sehingga memudahkan evaluasi guna promosi jabatan, yakni menggunakan sistem pendukung keputusan Fuzzy Multi Attribute Decision Making (FMADM) dengan metode FSAW. Adapun sistem pendukung keputusan FMADM metode FSAW merupakan salah satu metode pendukung pengambilan keputusan [8]. Metode FSAW biasa disebut sebagai metode penjumlahan terbobot. Metode FSAW diharapkan dapat menghasilkan penilaian yang lebih objektif. Karena berdasarkan bobot serta nilai kriteria yang sudah ditetapkan untuk mendapatkan hasil yang lebih tepat [9]. Metode ini dipilih karena dilakukan proses perankingan untuk menentukan nilai bobot setiap atribut, yang akan menyeleksi pegawai yang layak menduduki jabatan yang dipromosikan [10]. Dengan menggunakan metode FSAW dalam sistem pendukung keputusan untuk promosi jabatan, perusahaan dapat memastikan bahwa calon pegawai yang terpilih telah dinilai secara adil, dengan mempertimbangkan berbagai kriteria yang relevan.

Berdasarkan pada uraian di atas, maka penulis memilih judul “Penerapan Metode Fuzzy Simple Additive Weighting Sebagai Pendukung Keputusan Promosi Jabatan Pegawai Negeri Sipil”. Diharapkan dengan menggunakan metode FSAW, tugas penyeleksi akan dapat lebih cepat dan tepat mengidentifikasi pegawai yang layak menduduki jabatan yang dipromosikan berdasarkan syarat yang diinginkan.

METODE PENELITIAN

Pendekatan Penelitian

Pendekatan studi literatur dan pendekatan deskriptif kuantitatif adalah pendekatan yang digunakan pada penelitian ini. Dalam studi literatur, yaitu suatu bentuk penelitian yang melibatkan kajian dan analisis terhadap berbagai sumber literatur yang relevan dengan topik atau masalah yang sedang diteliti seperti artikel ilmiah, buku, jurnal, tesis, dan sumber lainnya [11]. Pada pendekatan kuantitatif, data yang dianalisis berupa angka-angka yang telah tersedia. Setelah itu, data yang ada akan disusun sesuai dengan kebutuhan peneliti [12].

Data dan Sumber Data

Pada penelitian ini jenis data yang digunakan berupa data sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari hasil studi pustaka [13]. Jenis data yang dipakai adalah data Penilaian Prestasi Kerja Pegawai pada tahun 2021 pada bulan Januari sampai dengan bulan Juni. Data yang diperoleh pada penelitian ini bersumber dari pegawai yang bekerja di Sub bagian umum. Unit observasi penelitian adalah Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Kota Malang.

Langkah-langkah Analisis Data

Dalam menentukan promosi jabatan yang terukur dengan menggunakan pemodelan, beberapa kriteria harus dipenuhi dengan menggunakan metode FSAW yaitu nilai SKP, golongan, masa kerja, dan pendidikan. Saat menggunakan FSAW untuk memilih alternatif terbaik, maka diperlukan perhitungan yang melibatkan kriteria dan bobot. Untuk mempermudah menganalisis, maka langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut [14]:

1. Memilih kriteria (C_i) sebagai referensi yang akan digunakan.
2. Menetapkan nilai untuk setiap kriteria oleh penilai (E_j) yang berbentuk variabel linguistik.
3. Menentukan matriks keputusan (X_{ij}) untuk semua kriteria dalam TFN.
4. Menentukan nilai rata-rata dari bilangan fuzzy (A_{ij}), nilai defuzzifikasi (e_i), dan bobot ternormalisasi (W_i) dari setiap kriteria.
5. Pemberian rating kecocokan oleh penilai berdasarkan variabel linguistik untuk setiap alternatif (M_h).
6. Menentukan nilai rata-rata bilangan fuzzy (A_{ij}), defuzzifikasi (e_i) untuk setiap kriteria pada setiap alternatif.
7. Membuat matriks keputusan yang mencakup semua alternatif dan kriteria.
8. Untuk setiap alternatif dibuat matriks ternormalisasi (R_{ij}) dari setiap kriteria.
9. Penjumlahan hasil dari perkalian nilai bobot preferensi (W_i) dengan matriks ternormalisasi (R_{ij}) menghasilkan nilai preferensi akhir pada setiap nilai alternatif (V_{ij}).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Proses Fuzzy Simple Additive Weighting

Analisis sistem pendukung keputusan promosi jabatan Pegawai Negeri Sipil menggunakan metode FSAW adalah sebagai berikut:

1. Memilih kriteria (C_i) sebagai referensi yang akan digunakan. Untuk setiap $i = 1, 2, \dots, m$ dan penilai (E_j) untuk pengambilan keputusan dimana $j = 1, 2, \dots, n$.

Tabel 1. Kriteria

Kriteria	Keterangan
C_1	Nilai SKP

C_2	Masa Kerja
C_3	Golongan
C_4	Pendidikan

2. Pemberian Nilai Pada Setiap Kriteria

Fungsi keanggotaan yang digunakan pada penelitian ini adalah TFN. Kemudian dilakukan pemetaan data-data input kedalam nilai keanggotaan (crisp). Terdapat 5 variabel linguistik yang digunakan pada perhitungan ini yaitu skala TFN [15] dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Triangular Fuzzy Number

Kriteria	Variabel Linguistik	P_1		
		Bilangan Fuzzy		
		l	m	u
C_1	Cukup	0,25	0,50	0,75
C_2	Sangat Tinggi	0,75	1	1
C_3	Tinggi	0,50	0,75	1
C_4	Sangat Tinggi	0,75	1	1

3. Menentukan matriks keputusan (X_{ij}) untuk semua kriteria dalam TFN.

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} (0,25; 0,50; 0,75) \\ (0,75; 1; 1) \\ (0,50; 0,75; 1) \\ (0,75; 1; 1) \end{bmatrix}$$

4. Menentukan nilai rata-rata dari bilangan fuzzy (A_{ij}), nilai defuzzifikasi (e_i), dan bobot ternormalisasi (W_i) dari setiap kriteria pada tabel 4.

Tabel 4. Nilai (A_{ij}), (e_i), dan (W_i)

Kode Kriteria	A_{ij}	e_i	W_i
C_1	(0,25; 0,50; 0,75)	0,50	0,16
C_2	(0,75; 1; 1)	0,92	0,30
C_3	(0,50; 0,75; 1)	0,75	0,24
C_4	(0,75; 1; 1)	0,92	0,30

5. Pemberian rating kecocokan berdasarkan variabel linguistik untuk setiap alternatif dengan setiap kriteria pada tabel 5.

Tabel 5. Nilai variabel linguistik yang sudah ditentukan

A_i	C_1	C_2	C_3	C_4
	Variabel Linguistik	Variabel Linguistik	Variabel Linguistik	Variabel Linguistik
A_1	T	ST	ST	ST
A_2	T	T	ST	ST
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
A_{57}	T	T	C	T

6. Mengubah nilai variabel linguistik ke dalam bilangan fuzzy yang sudah ditentukan pada tabel 6.

Tabel 6. Nilai variabel linguistik bilangan fuzzy

A_i	C_1			C_2			C_3			C_4		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
A_1	0,50	0,75	1	0,75	1	1	0,75	1	1	0,75	1	1
A_2	0,50	0,75	1	0,50	0,75	1	0,75	1	1	0,75	1	1

⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
A_{57}	0,50	0,75	1	0,50	0,75	1	0,25	0,5	0,75	0,50	0,75	1	

7. Menentukan nilai rata-rata bilangan fuzzy (A_{ij}), nilai defuzzifikasi (e) untuk semua kriteria dari seluruh alternatif yang ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 7. Nilai rata-rata bilangan fuzzy dan nilai defuzzifikasi

A_i	C_1				C_2				...	C_4			
	l	m	u	e	l	m	u	e	...	l	m	u	e
A_1	0,50	0,75	1	0,75	0,75	1	1	0,92	...	0,75	1	1	0,92
A_2	0,50	0,75	1	0,75	0,50	0,75	1	0,75	...	0,75	1	1	0,92
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	...	⋮	⋮	⋮	⋮
A_{57}	0,50	0,75	1	0,75	0,50	0,75	1	0,75	...	0,50	0,75	1	0,75

8. Membuat matriks keputusan yang mencakup semua alternatif dan kriteria yang ditunjukkan pada tabel 8.

Tabel 8. Nilai Matriks Keputusan X

A_i	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}
A_1	0,75	0,92	0,92	0,92
A_2	0,75	0,75	0,92	0,92
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
A_{57}	0,75	0,75	0,50	0,75

9. Membuat matriks normalisasi (R_{ij}) untuk semua kriteria. Karena semua kriteria termasuk dalam atribut keuntungan (benefit) maka menggunakan rumus berikut ini:

$$R_{ij} = \frac{X_{ij}}{\text{Max}_i X_{ij}}$$

Contoh perhitungan untuk matriks ternormalisasi pada kriteria nilai SKP (C_1) adalah sebagai berikut:

$$R_{11} = \frac{0,75}{\text{Max}(0,50; 0,75)} = \frac{0,75}{0,75} = 1$$

$$R_{21} = \frac{0,75}{\text{Max}(0,50; 0,75)} = \frac{0,75}{0,75} = 1$$

$$\vdots$$

$$R_{571} = \frac{0,75}{\text{Max}(0,50; 0,75)} = \frac{0,75}{0,75} = 1$$

Sehingga diperoleh matriks ternormalisasi hasil perhitungan untuk semua kriteria dan semua alternatif dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Nilai Matriks ternormalisasi

A_i	R_{i1}	R_{i2}	R_{i3}	R_{i4}
A_1	1	1	1	1
A_2	1	0,82	1	1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
A_{57}	1	0,82	0,54	0,82

10. Penjumlahan hasil dari perkalian nilai bobot preferensi (W) dengan matriks ternormalisasi (R) menghasilkan nilai preferensi akhir pada setiap nilai alternatif (V_i). Dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij}$$

Sehingga diperoleh:

$$\begin{aligned} V_1 &= (W_1 \times r_{11}) + (W_2 \times r_{12}) + (W_3 \times r_{13}) + (W_4 \times r_{14}) \\ &= (0,16 \times 1) + (0,30 \times 1) + (0,24 \times 1) + (0,30 \times 1) \\ &= 0,16 + 0,30 + 0,24 + 0,30 = \mathbf{1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_2 &= (W_1 \times r_{21}) + (W_2 \times r_{22}) + (W_3 \times r_{23}) + (W_4 \times r_{24}) \\ &= (0,16 \times 1) + (0,30 \times 0,82) + (0,24 \times 1) + (0,30 \times 1) \\ &= 0,16 + 0,24 + 0,24 + 0,30 = \mathbf{0,94} \end{aligned}$$

Dst.

Setelah diperoleh total nilai dari semua alternatif pada setiap kriteria maka selanjutnya akan dilakukan perhitungan untuk mendapatkan hasil penilaian promosi jabatan pegawai. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Hasil Akhir

A_i	$W_1 \times R_{i1}$	$W_2 \times R_{i2}$	$W_3 \times R_{i3}$	$W_4 \times R_{i4}$	V_i
A_1	0,16	0,30	0,24	0,30	1,000
A_2	0,16	0,24	0,24	0,30	0,943
A_3	0,16	0,24	0,24	0,30	0,943
A_4	0,11	0,30	0,24	0,30	0,944
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
A_{57}	0,16	0,24	0,13	0,24	0,780

Berdasarkan perhitungan hasil akhir pada tabel 10 maka diperoleh hasil nilai yang paling besar adalah V_1 yaitu pegawai 1 yang bernama Siti Ratnawati, M.Pd. Dengan demikian V_1 adalah peringkat pertama dari alternatif 1 (A_1) serta merupakan alternatif terbaik dengan jumlah nilai terbesar yaitu 1.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan yaitu hasil perhitungan yang sudah dihitung dengan metode FSAW menunjukkan bahwa nilai tertinggi dalam promosi jabatan pegawai negeri sipil pada Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Kota Malang adalah pegawai 1 (alternatif 1) yang merupakan alternatif terbaik yang memiliki nilai terbesar dengan nilai sebesar 1. Dalam penelitian ini, kriteria dan bobot yang digunakan yaitu kriteria nilai SKP dengan bobot 0,16, kriteria masa kerja dengan bobot 0,30, kriteria golongan dengan bobot 0,24, dan kriteria pendidikan dengan bobot 0,30.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kusumadewi, S., & Guswaludin, I. (2021). Fuzzy Multi-Criteria Decision Making. *Research Anthology on Military and Defense Applications, Utilization, Education, and Ethics*, 3(1), 469–497.
- [2] Zulita, L. N. (2013). Sistem Pendukung Keputusan Menggunakan Metode SAW Untuk Penilaian Dosen Berprestasi (Studi Kasus Di Universitas Dehasen Bengkulu). *Media Infotama*, 9(2), 94–116.
- [3] Abdillah, R. (2017). Implementasi Fuzzy Simple Additive Weighting (SAW) sebagai Pendukung Keputusan pada Beasiswa Penelitian. *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 2(1), 74.

- [4] Suminar, E., & Sari, L. T. (2018). Pengaruh Senam Otak Terhadap Peningkatan Fungsi Kognitif Pada Lansia. *Jurnal Kesehatan Madani Medika*, 13(2).
- [5] Purwaningsih, Y., & Supriyanto, R. (2020). Sistem Pendukung Keputusan Promosi Pejabat Struktural Melalui Diklat Kepemimpinan IV Menggunakan Metode Profile Matching. *Jurnal Aplikasi Manajemen Dan Bisnis*, 6(1), 74–85.
- [6] Nurainah, I. (2018). Pelaksanaan Promosi Jabatan Pns Di Lingkungan Pemerintah Kabupaten Pangandaran Tahun 2017. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 104–110.
- [7] Oktarino, A. (2017). Pemodelan Sistem Pendukung Keputusan Promosi Jabatan Menggunakan Metode Fuzzy SAW Pada Inspektorat Tanjung Jabung Timur. *Scientia Journal*, 9.
- [8] Verina, W., Andrian, Y., & Rahmad, I. F. (2015). Penerapan Metode Fuzzy Saw Untuk Penerimaan Pegawai Baru (Studi Kasus : Stmik Potensi Utama). *Sisfotenika*, 5(1), 60–70.
- [9] Helilintar, R., Winarno, W. W., & Fatta, H. Al. (2016). Penerapan Metode SAW dan Fuzzy Dalam Sistem Pendukung Keputusan Penerimaan Beasiswa. *Creative Information Technology Journal*, 3(2), 89.
- [10] Borman, R. I., Mayangsari, M., & Muslihudin, M. (2018). Sistem Pendukung Keputusan Menentukan Lokasi Perumahan Di Pringsewu Selatan Menggunakan Fuzzy Multiple Attribute Decision Making. *Jtksi*, 01(01), 5–9.
- [11] Syahminati, D. A., & Elfizar. (2020). Sistem Pendukung Keputusan Promosi Jabatan Pegawai Menggunakan Metode Simple Additive Weighting (SAW). *Syria Studies*, 7(1), 1–13.
- [12] Ahyar, H., Maret, U. S., Andriani, H., Sukmana, D. J., Mada, U. G., Hardani, S.Pd., M. S., Nur Hikmatul Auliya, G. C. B., Helmina Andriani, M. S., Fardani, R. A., Ustiawaty, J., Utami, E. F., Sukmana, D. J., & Istiqomah, R. R. (2020). *Buku Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif (Issue March)*.
- [13] Kholik, N., & Astuti, erna zuni. (2022). Perbandingan Metode Simple Additive Weighting Dan FSAW Pada Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Karyawan Telada Di Perhutani KBM Pemasaran Randublatung. *JATIMIKA: Jurnal ...*, 1–6.
- [14] Supriyatna, A., & Ekaputra, D. (2017). Metode Fuzzy Simple Additive Weighting Dalam Pemilihan Ketua Osis. *Jurnal PETIR*, 10(1), 71–76.
- [15] Atmojo, R. N. P., Anindito, Pardamean, B., Abbas, B. S., Cahyani, A. D., & Manulang, I. D. (2014). Fuzzy simple additive weighting based, decision support system application for alternative confusion reduction strategy in smartphone purchases. *American Journal of Applied Sciences*, 11(4), 666–680.